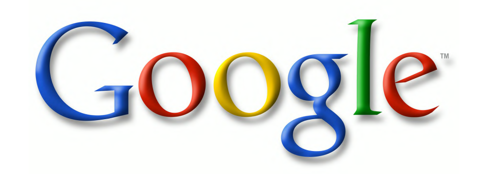


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



## Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

## Nutzungsrichtlinien

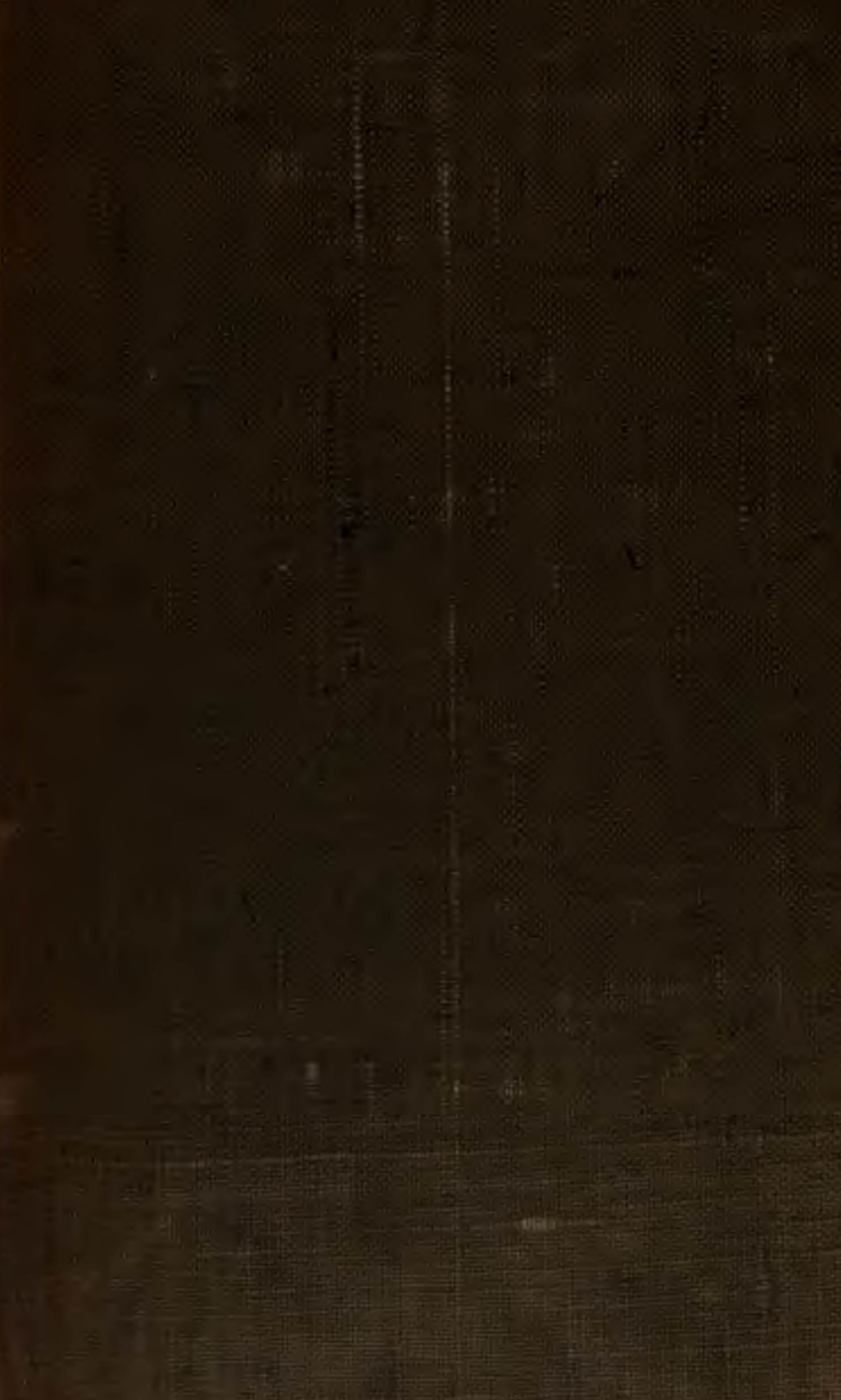
Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

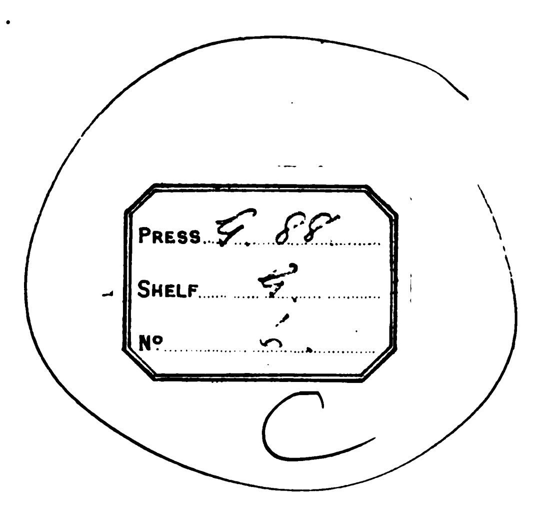
+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

## Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



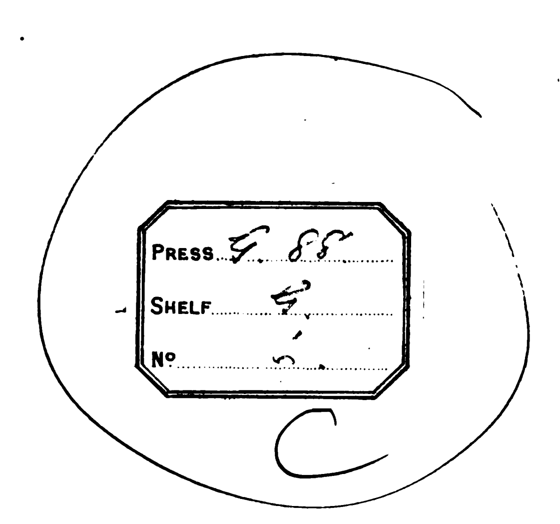



1658 d 84




600016241K




1658 d 84



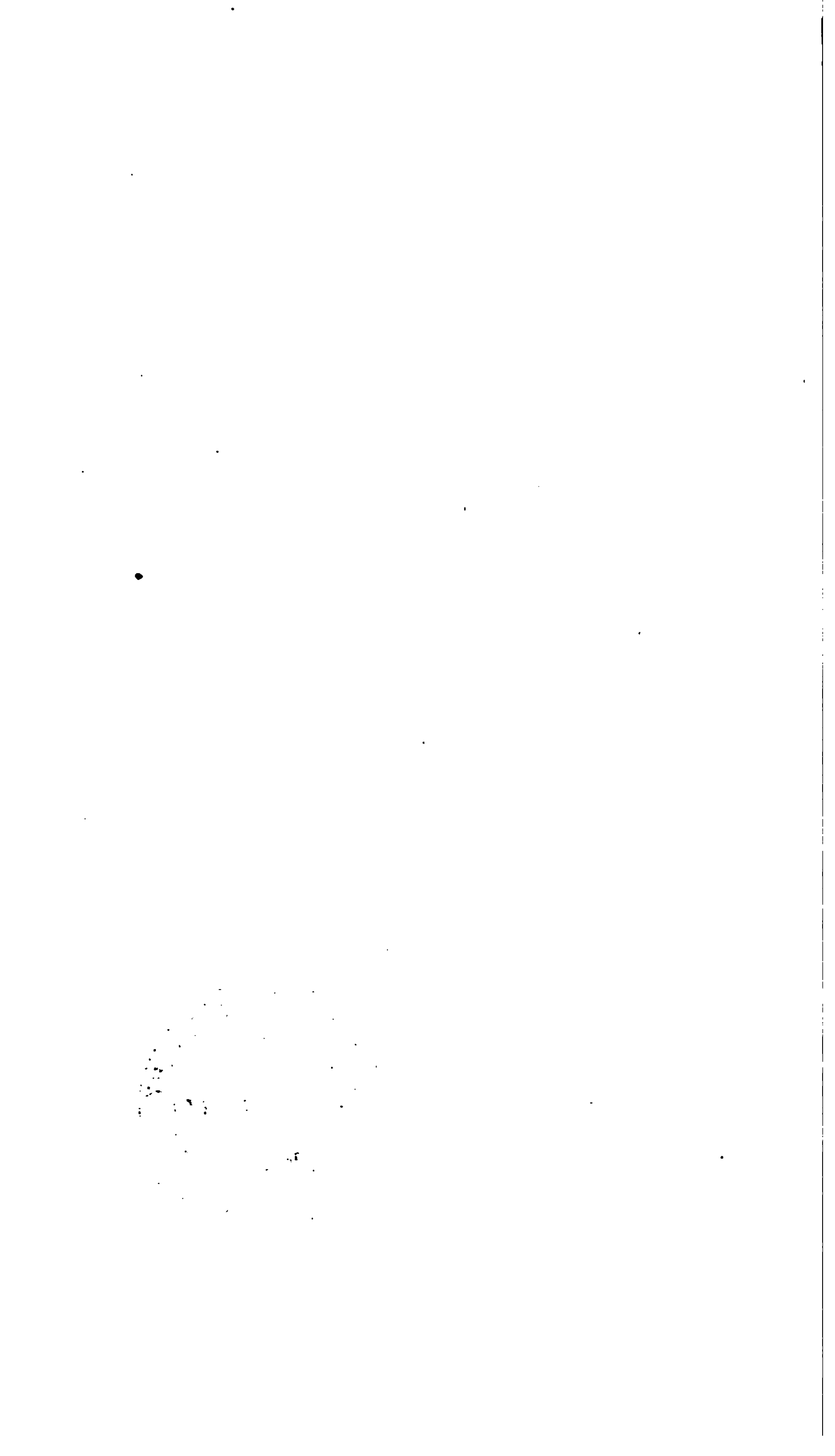


E. O. Schmidt's

# Handbuch der vergleichenden Anatomie.

---

12



# Handbuch

der

# vergleichenden Anatomie.

---

## Leitfaden

**bei zoologischen und zootomischen Vorlesungen**

von

**Eduard Oscar Schmidt,**
**Doctor der Philosophie, der Medicin und Chirurgie, o. ö. Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität zu Strassburg.**

---

Alle Gestalten sind ähnlich und keine
gleichet der andern;
Und so deutet der Chor auf ein geheimes
Gesetz.

Goethe.

Siebente
**umgearbeitete Auflage.**

RADCLIFFE LIBRARY
UNIVERSITY
1 SEP 77
OXFORD

---

**Jena,**
Verlag von Hermann Dufft.
1876.

# Vorwort.

Zwischen die sechste und die neue Auflage ist das 25jährige Dienstjubiläum dieses Buches gefallen.

Im Sommer-Semester 1849 las ich zum ersten Male in Jena über vergleichende Anatomie. Von den drei Wissbegierigen, welche sich einstellten, war der eine schon mit der ersten Stunde befriedigt — und ward nicht mehr gesehn. Die beiden anderen bezeigten mir ihre Sympathie bis zum Schluss; nie schwänzten sie zugleich. Das war für dieses Werk sehr wichtig; denn aus den fleissigen Vorbereitungen zu jenem Collegium und unmittelbar aus diesen ersten, oft in ein Zwiegespräch übergehenden Vorträgen entstand es.

Diesem etwas burschikosen Ursprung verdankte es neben vielen offenbaren Mängeln, die ich in der Folge auszubessern bemüht war, einen vielfach anerkannten

Vorzug, den der Knappheit der Darstellung und der Sparsamkeit in der Mittheilung des Details. Durfte man aber eine solche Gedrängtheit schon damals für ein wesentliches Erforderniss eines für den Anfänger bestimmten vergleichend-anatomischen Leitfadens halten, so haben diese Eigenschaften einen immer höheren Werth erhalten, je mehr die Wissenschaft seitdem mit Thatsachen bereichert, durch die Descendenzlehre mit Gedanken erfüllt und umgestaltet wurde. Das Buch ist diesen Wandlungen unablässig gefolgt und hat das Glück gehabt, einer stattlichen Reihe von Studenten-Generationen immer verjüngt entgegentreten zu können.

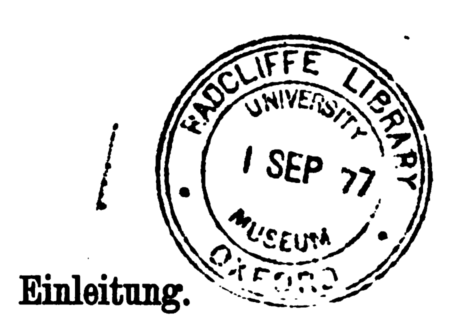
Die Abschnitte über die Wirbelsäule und das Brustbein verdanke ich dies mal Herrn Dr. Götte. Aus seinen reichhaltigen, meist noch nicht publicirten Untersuchungen habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass der bisher geltende Satz Gegenbaur's, die Rippen seien lediglich Differenzirungen des unteren Bogensystems, nicht haltbar ist. Auch andre abweichende Angaben werden durch Göttes Präparate erhärtet.

Der mit der 5. Auflage gemachte Versuch, die Systematik der Zoologie in kürzeren Uebersichten dem Werke einzuverleiben, hat sich bewährt, so dass es den Vorträgen über Zoologie zu Grunde gelegt werden konnte.

Es möge also auch fernerhin, was es gewesen ist, ei Studentenbuch bleiben und mich in jener lebendige Berührung mit der Jugend erhalten, welche dem Uni versitätslehrer die unentbehrliche Geistesfrische, Bildungs fähigkeit und Receptivität sichert.

Strassburg im Elsass
1. Mai 1876.

**Oscar Schmidt.**






# Einleitung.

## Anorganische und organische Körper.

Die Grundstoffe, welche in den belebten oder organischen Körpern — den Organismen — nachgewiesen sind, finden sich auch in den anorganischen Körpern. In allen Organismen zeigen sich jedoch complicirtere Kohlenstoff-Verbindungen. Die Kräfte und Gesetze, unter deren Herrschaft die Verbindungen und Bewegungen jener Stoffe zu Stande kommen, sind hier wie dort dieselben.

Die Theile der Organismen, an welchen wir die mit dem Worte „Leben“ zusammengefassten Bewegungs- und Umwandlungs-Erscheinungen und Aeusserungen dieser Bewegungen vor sich gehen sehen, befinden sich im Zustande der Quellung.

Diese Imbibitionsfähigkeit der organischen Substanz erklärt auf rein physicalischem Wege schon jetzt einen grossen Theil der Vorgänge, welche früher einer wunderbaren „Lebenskraft“ zugeschoben wurden (Traube, Erscheinungen an künstlichen Zellen). Auch die Form der organischen Theile und mithin der Organismen, ihre Begränzung durch krumme Flächen, wird hierdurch bedingt (Schwann, 1839).

## Einfachste indifferente Organismen.

Die einfachsten selbständigen Lebewesen treten auf als kugelige Klümpchen einer Eiweisssubstanz. Das Leben derselben äussert sich in der, in ihren physicalischen Ursachen noch nicht hinlänglich ergründeten Bewegung und Contractilität besonders durch Hervorstrecken veränderlicher Fortsätze, in der Ernährung durch Assimilation umflossener oder in das Innere aufgenommener Substanzen und in der Fortpflanzung durch Theilung. Solche und ähnliche Körper sind indifferenter Natur, d. h. können weder für wahre Pflanzen noch für wahre Thiere gehalten werden. Häckel's Moneren.

## Die Zelle als Elementarorganismus.

Im Bereiche sowohl des niedrigsten pflanzlichen und thierischen Lebens als bis in die höchsten Formen hinauf tritt die Zelle theils als selbständiges Lebewesen auf, theils als der Formbestandtheil und das Grundorgan, von welchem alle weitere Entwicklung und Complication ausgeht. Man verstand ursprünglich unter der Zelle den lebenden Körper oder Körpertheil, bestehend aus einer Hülle oder Zellmembran, einem festeren Kern, an oder in welchem sich noch das kleinere, durch moleculäre Zusammensetzung und Consistenz sich abhebende Kernkörperchen befindet, endlich dem übrigen Zelleninhalt oder Zellsubstanz. Es hat sich gezeigt, dass mindestens die Membran kein wesentlicher Bestandtheil ist, und dass die Zellsubstanz, die man jetzt sehr allgemein mit dem der Botanik entlehnten Namen Protoplasma bezeichnet, selbst wieder aus einer ho-

mogenen Grundmasse und (meist) in dieselbe eingestreuten äusserst feinen Körnchen besteht. Das noch unveränderte Protoplasma pflegt durch jene Bewegungsfähigkeit oder Contractilität ausgezeichnet zu sein, wie die im vorigen Paragraphen besprochenen freien kernlosen Protoplasmaklümpchen.

Letztere kann man, sofern man nicht der Sprache Gewalt anthun will, nicht wohl als Zellen bezeichnen. Diese soll uns vielmehr ein wirklicher Organismus sein, d. h. ein Körper, bestehend aus Theilen, welche verschiedene Eigenschaften haben und zum Bestande und der Vermehrung des Körpers in verschiedener Weise mitwirken.

Das Leben der Zelle äussert sich a) in den Bewegungen und Formveränderungen, welche lediglich auf der Contractilität des Protoplasma beruhen. Ungemein häufig sind die sogenannten Flimmerzellen, deren äusserste Protoplasmaschicht in einen oder mehrere haarförmige Fortsätze ausgeht, die in ununterbrochener schwingender Bewegung sind. Das einzelne Härchen heisst Flimmerhaar oder Flimmercilie, wenn es länger ist und einzeln oder zu zweien steht — Geissel.

Es umfasst b) der Stoffwechsel der Zelle die Erscheinungen der Ernährung und des Wachsthums. In der Regel imbibirt die Zelle Lösungen; hüllenlose Zellen können aber auch feste Stoffe in ihr Protoplasma aufnehmen. In beiden Fällen dienen als Nahrung solche Substanzen, welche durch chemische Einwirkung der Zelle assimilirt, d. h. in die Bestandtheile der Zelle umgearbeitet werden können, oft unter Abgabe verbrauchter Stoffe. Auf dem Ueberschuss der assimilirten Masse beruht das Wachsthum. Im zusammengesetzten Orga-

nismus begegnet man aber fast immer Zellen, welche von Aussen eingeführte oder dem Organismus entnommene Stoffe nicht zum eigenen Nutzen verwenden, sondern zu Secreten umwandeln, oder als Excrete abscheiden und selbe zu verschiedenen Zwecken wieder abgeben. Eine Zelle, welche im Dienste des Organismus ein Secret oder Excret liefert, ist eine Drüse.

Der dritte Erscheinungskreis c) ist der der Fortpflanzung oder Vermehrung. Die Zellenvermehrung, mit dem Wachsthum auf's Innigste zusammenhängend, geschieht durch Knospung, Theilung oder die sogenannte endogene Zellbildung. Die letztere unterscheidet sich von der Theilung, dass bei dieser die ganze Mutterzelle in eine zweite Generation zerfällt, bei jener die Mutterzelle neben der im Innern neu gebildeten und abgetheilten Tochtergeneration bestehen bleibt. Seltener findet freie Zellenbildung in amorpher Grundmasse statt. Ueber die complicirten Vorgänge bei der Theilung des Zellkerns berichtet: Strasburger, Ueber Zellbildung und Zelltheilung. Jena 1875. Dazu die einschlägigen Arbeiten von Bütschli und O. Hertwig.

Die geschilderten Zellen finden sich also in gleicher Weise bei verschiedenen Gruppen zweifelhafter Natur, wie im Pflanzen- und Thierreiche. Wegen der ausgedehnten Verbreitung der Bewegungsphänomene im Pflanzenreich, des Mangels eines Kriteriums, in den niedern Thiergruppen freiwillige von unfreiwilliger Bewegung zu unterscheiden, Reizbarkeit von der Empfindungsfähigkeit, kurz, wegen der Unbestimmtheit oder Gleichartigkeit der morphologischen und chemisch-physiologischen Vorgänge und Begriffe in den Gebilden der niederen Organismen, ist eine scharfe

Gränze zwischen Pflanze und Thier zu ziehen unmöglich.

## Die Organe und Organsysteme des thierischen Organismus.

Der Betrachtung der Protozoen muss es vorbehalten bleiben, zu zeigen, in wie weit freies Protoplasma die Stelle einfacher oder zusammengesetzter Organe vertreten kann.

Der Zelle als nicht mehr selbständigem Individuum, sondern als Theil und im Dienste eines thierischen Organismus kommen im Allgemeinen dieselben Eigenschaften zu, welche oben geschildert wurden. Sie ist in den bei weitem meisten Fällen Ausgangspunkt der ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Vermehrung und Forpflanzung. Wie sie aber dabei nicht isolirt bleibt, sondern in Knospe, Keim und Embryonalanlage sich zu Zellenapparaten vermehrt, so erscheint sie auch im ausgebildeten Organismus seltener vereinzelt (einfache, aus einer Zelle bestehende Drüsen mancher Gliederthiere und Würmer), sondern in Anhäufungen. Man nennt dieselben und alle aus der Umbildung von Zellen hervorgehenden Körpertheile Gewebe, ohne dabei ihre weitere Combination und ihr Zusammentreten zu zusammengesetzten Organen und Apparaten zu berüksichtigen.

Hautartige, flächenhafte Ausbreitungen dicht gedrängt bei einander stehender und in der Regel auch eine Flüssigkeit absondernder Zellen werden als Epithelien oder Schleimhäute bezeichnet. Epidermis. Eine den Zoologen ganz besonders interessirende Art dieser Epithelien ist das aus einzelnen Wimperzellen zusammengesetzte Flimmerepithelium. Dasselbe heisst Geissel-

epithelium, wenn aus jeder Zelle nur eine längere Wimper oder Geissel hervortritt.

Durch eine andere Gattung von Zellenanhäufungen und Zellensecretionen entsteht die Bindesubstanz, bestimmt, allen übrigen Theilen des Körpers ihren Halt zu geben und den Zusammenhang zu vermitteln. Knochen- und Knorpelgerüst, sowie alle skeletartigen Organe der nicht mit einem eigentlichen Knochenskelet versehenen Thiere, die verschiedenartigen Drüsengestelle, die Ueberzüge der Drüsen so wie deren innere Auskleidungen u. s. w. gehören in diese Kategorie. Die Zellen der Bindesubstanz sind also nach ihrer Thätigkeit mit den Drüsenzellen zu vergleichen, sie selbst aber sammt der von ihnen abgeschiedenen Materie bilden ein bleibendes Ganzes, was nur am allgemeinen Stoffwechsel des Organismus Theil nimmt. Die Bindesubstanz tritt in den mannigfachsten Graden der Consistenz auf; sie kann einer Sulze gleichen (Quallen), während auch das härteste Zahnbein aus Bindesubstanz besteht. Desgleichen finden sich alle Uebergänge von einer fast ganz aus Zellen gebildeten Bindesubstanz zu solcher, wo die Ausscheidungen, d. h. die Extra- und Intercellularsubstanz so überwiegen, dass die Zellen nur vereinzelt erscheinen. Der Knorpel der höheren Thiere giebt ein Beispiel von Bindesubstanz, worin die Zellen unregelmässig zerstreut sind; die Hautbedeckungen der Insecten zählen dagegen zu den sogenannten Cuticularbildungen wobei die ausscheidenden Zellen sich continuirlich flächenhaft gleich einem Epithelium ausbreiten und nur nach einer Seite hin secerniren.

Die Zelle als contractiles Element wird in sehr verschiedener Weise zur Vermittelung der Bewe-

gungen verwendet. Sie behält als Bewegungsorgan seltener ihre Bläschenform bei. Viel mehr geht aus ihr das Muskelgewebe hervor. Die einfachste Form des letzteren kommt bei den Süsswasserpolypen (Hydra) vor. Hier gehn von den Zellen der äussern Körperschichte contractile Fortsätze aus, welche in ihrer Gesammtheit eine in der Mitte der Körperwand liegende Muskelschichte repräsentiren, während der nach aussen liegende blasenförmige Theil der Zelle auch die Stelle eines den Reiz empfangenden und fortpflanzenden Organes versieht (Neuromuskelzelle).

Damit ist der Uebergang vermittelt zu demjenigen Muskelgewebe wobei die Zellen eine gestreckte spindelförmige, ja sogar fadenförmige Gestalt annehmen, als Faserzellen. Der Inhalt der einzelnen Zellen wird hierbei in der Regel nicht weiter differenzirt, bleibt glatt; seltener erscheinen diese Muskelzellen mit einer Längs- oder Querzeichnung. Complicirter ist das Primitivbündelgewebe. Die sogenannten Primitivbündel, umgeben von einer wahrscheinlich in die Gruppe der Cuticularbildungen gehörigen glashellen Scheide, dem Sarcolemma, entstehen durch die Betheiligung einer oder mehrerer Zellen, deren Inhalt immer quergestreift wird. Er sondert sich in würfelförmige oder scheibenförmige kleinste Theilchen, verbunden durch die homogene Flüssigkeit und meist in Längsreihen zu Fibrillen angeordnet.

Auch die Empfindung und der Impuls zu den Bewegungen wird durch Zellen und Zellenabkömmlinge vermittelt, durch die Ganglienzellen und Nervenfasern. Erstere, auch Ganglienkugeln genannt, sind meist von zarterer Beschaffenheit, als die übrigen Zellenelemente

des Organismus zumal sie einzeln ohne Membran, als hüllenlose Ballen einer weichen, homogenen, zahlreiche Körnchen zusammenhaltenden Substanz erscheinen, aus welcher Kern und Kernkörperchen — letzteres bei Wirbellosen oft in der Mehrzahl vorhanden — immer klar hervortreten. Seltener sind diese Kugeln ohne Fortsätze; gewöhnlich gehen sie in eine oder mehrere Fasern über. Die am meisten verbreiteten dieser Gebilde sind die dunkelrandigen Nervenfasern, von deren Bestandtheilen (Hülle, Markscheide, Axencylinder) der Axencylinder der wichtigste. Abgesehen von dem Zusammenhange mit den Ganglienkugeln hat man in neuerer Zeit eine Reihe sehr eigenthümlicher Endigungen der Nervenfasern an der Peripherie kennen gelernt, auf welche der vergleichende Anatom eingehen muss. Die Nervenfaser kann sich gegen das Ende ihres Verlaufes hin wiederholt theilen, worauf jedes Zweigelchen, wie in andern Fällen die ungetheilte Faser, endigen kann. Endplatten. Stäbchen und Stifte. Tastkörperchen und Endkolben. Freie Endigung der Fasern der Geruchsnerven an der Oberfläche der Nasenschleimhaut. Directer Uebergang der Nervenfasern in die Epithelzellen der Speicheldrüsen.

Die eben betrachteten Gewebe und mehr oder weniger homogenen, aus gleichartigen Bestandtheilen gebildeten Organe vereinigen sich nun zu zusammengesetzten Organen, Apparaten und Organsystemen, in denen die einfacheren Bestandtheile in gegenseitiger Abhängigkeit stehen, und alle diese Complexe feinerer Theile treten zur Harmonie des Organismus zusammen.

Wie an der Zelle, so beziehen sich auch am höchsten Thiere alle Lebensäusserungen entweder auf die Erhal-

tung des Individuums oder auf die Erhaltung der Art. Ohne dass der specielleren Untersuchung aller jener Organe und Apparate, durch deren Ineinandergreifen der Lebensprocess verläuft und auf deren verschiedenartiger Ausprägung und Lagerung die Mannigfaltigkeit der thierischen Organismen beruht, vorgegriffen werden soll, muss sich der Anfänger doch mit einer schematischen Uebersicht derselben bekannt machen.

Man wird jedes Thier beurtheilen und verstehen, so wie seine Verwandtschaft und systematische Stellung bestimmen können, wenn man folgende Organsysteme an sich und in ihrem Verhältniss zu einander untersucht hat:

1. Haut und Hautskelet,
2. Bewegungsorgane, inneres Skelet,
3. Nervensystem und Sinnesorgane,
4. Ernährungssystem,
5. Fortpflanzungssystem.

1. Haut- und Hautskeletsystem. Die Hautbedeckungen variiren vom zartesten Flimmerepithelium bis zum Horn- und Knochenpanzer. Jene feineren Bildungen eignen sich vorzugsweise für Wasserthiere. Im Allgemeinen sollen die Hautbedecknungen einen Schutz abgeben und den thierischen Organismus mehr zu einem innerlichen machen, als es bei der Pflanzenwelt der Fall ist. In minder wirksamem Grade geschieht dies durch Absonderung einer dünnen Cuticula. Dann treten Verdickungen dieser organischen Ausscheidungen (Arthropoden) und Ablagerungen von Kieselsäure und von Kalksalzen auf, wodurch die Hautbedeckungen zum Hautskelet werden. Bei den höheren Thieren finden wir die Verhornung sehr verbreitet, deren Producte (Nägel, Fe-

dern, Haare, Hornscheiden u. s. w.) nicht sowohl Ausscheidungen von Zellen als eigenthümlich umgewandelte Zellen selbst sind. Auch wahre, aus der Umwandlung der weichen Bindesubstanz hervorgehende Knochen können zum Hautskelet verwendet werden (Gürtelthier).

Bei vielen der mit einem Hautskelet versehenen Thiere erstrecken sich unmittelbare Fortsätze desselben nach Innen, theils zum Schutze anderer Organe, theils zum Ansatze der Muskeln (Krebse), auch kommen bei manchen niedrigeren Thieren auch ohne Anwesenheit eines wahren Hautskelets innere Hartheile zu obigen Zwecken vor (Gehirn- und Augenkapseln der Cephalopoden).

2. Bewegungsorgane. Die activen Bewegungsorgane der bei weitem meisten Thiere sind Muskeln, welche in Form und Leistung die Eigenschaften ihrer oben erwähnten Elemente in höherer Potenz wiederholen. Ihre Mannigfaltigkeit besteht daher nur in der generellen Verschiedenheit ihrer Faserelemente, in deren Menge und in ihrer mehr oder minder scharfen Trennung von einander. Bei allen Thieren mit einem ausgeprägten Haut- oder inneren Skelet werden von letzterem die Stützen und Hebel gebildet, als passive Bewegungsorgane, deren die Muskeln sich bedienen.

3. Nervensystem und Sinnesorgane. Die meisten Thiere von einer gewissen Stufe der Entwicklung und Complication des Baues besitzen ein Nervensystem. Man unterscheidet an ihm die Centraltheile, in welchen die Eindrücke zu Empfindungen, Wahrnehmungen, Urtheilen, Willensimpulsen verarbeitet werden, und von wo aus die peripherischen Theile (Nerven) ihren Ursprung nehmen. Letztere sind entweder zur

Leitung der äusseren Eindrücke nach dem Centrum bestimmt oder pflanzen die von dem Centrum ausgehenden Erregungen fort. Innervation. Vermittlung der Bewegungen und der secretorischen Thätigkeiten.

Aus der Verbindung von Nerven mit organischen Apparaten, geeignet, specifische äussere Reize und Einwirkungen aufzunehmen und unmittelbar auf jene Nerven zu übertragen, entstehen die Sinneswerkzeuge.

So ist eine der häufigsten Formen der Tastorgane die, dass ein haarartiger Hautfortsatz mit seiner Wurzel das Ende der Tastnerven berührt und jeden Druck, den die Spitze empfängt, unmittelbar auf die Nerven fortpflanzt. Tastpapillen der menschlichen Haut.

Von allen Thieren, ausgenommen solche, welche durch allgemeine Hautaufsaugung ihre Nahrung aufnehmen (Bandwürmer), muss man voraussetzen, dass sie mit Geschmackssinn begabt seien. Die Geschmacksorgane sind immer in der der Mund- und Rachenhöhle entsprechenden Abtheilung des Ernährungscanales zu suchen und sind in einfachster Weise realisirt durch blosse oberflächliche Ausbreitung eines bestimmten Geschmacksnerven. Wenn die Faserenden nicht auffallend und ihr Verbreitungsbezirk nicht scharf umschrieben, wird das Organ oft übersehen werden. Daher denn auch bei einer grossen Zahl niederer Thiere eigentliche Geschmackswerkzeuge nicht nachweisbar sind.

Fast dasselbe lässt sich von den Geruchsorganen sagen, die um so weniger *a priori* als allgemein vorhanden anzunehmen sind, als sie offenbar in der thierischen Oeconomie am leichtesten entbehrt werden können, und ihr Mangel durch die andern Sinne ausgeglichen werden kann. Die Faserenden des Geruchsnerven bedür-

fen eines Epitheliums, durch welches hindurch die riechenden Stoffe leicht dringen. Nach den an den höheren Thieren gemachten Entdeckungen dringen dort die eigenthümlich modificirten Enden der Geruchsnervenfasern zwischen die Zellen des Epitheliums an die Oberfläche und treten mithin mit den Riechstoffen unmittelbar in Berührung. Alle übrigen Theile der Riechwerkzeuge sind daher ein blosser Schutz für die zarten Nervenausbreitungen. Das Geruchswerkzeug ist um so vollkommener, je zahlreichere Nervenenden gleichzeitig afficirt werden.

Innerhalb des Kreises der Gesichtsorgane finden sich alle möglichen Abstufungen der Leistungen von der unbestimmten Perception von Licht und Dunkel bis zum vollkommenen Erfassen der Bilder der Aussenwelt. Damit ein Thier wirklich sehe, muss ein lichtbrechender und lichtsammelnder Apparat vorhanden sein, welcher von den äusseren Objecten Bilder entwirft; es muss mit diesem Apparat eine eigenthümlich modificirte Endausbreitung (*retina*) des Gesichtsnerven verbunden sein, auf welche das Bild fällt. Wären die lichtbrechenden Medien starr, so würden die mit solchen Augen versehenen Thiere nur von Gegenständen aus einer bestimmten Entfernung deutliche Bilder bekommen. Dem ist bei den höheren Thieren durch die Accommodationsfähigkeit vorgebeugt, während zugleich durch die besondere Krümmung der Medien und durch den verschiedenen Brechungsindex der hinter einander liegenden Medien den Uebelständen der sphärischen Abberration und der Farbenzerstreuung abgeholfen wird.

Es versteht sich nun von selbst, dass bei Einfachheit des lichtbrechenden Apparates das Auge unvollkommen bleibt. In vielen Fällen genügt dem Thiere

eine einfache Linse. Es ist endlich denkbar, dass gar kein das Licht leitender Apparat vorhanden, und dass die unvermittelte Affection von Nervenenden genügt, um im Centralorgan Lichtempfindungen zu erregen. Die Lichtempfindung wird in diesem Falle in dem Gemeingefühl mit aufgehen. Viele niedere Thiere, obschon ohne Spur von Augen, suchen oder fliehen das Licht.

Die Gehörwerkzeuge verlangen eine Vorrichtung, welche Schallwellen leicht zum nervösen Theil des Organes fortpflanzt. Diess geschieht bei den niederen Thieren in der Regel durch Bläschen, erfüllt mit einer Flüssigkeit und sehr oft einen oder mehrere Kalkkrystalle enthaltend. Auch können die Gehörorgane in Gestalt von Tastwerkzeugen auftreten (Krebse), da die Schallschwingungen nicht anders als durch Druck und Stoss wirken. Die Vervollkommnung der Gehörorgane beruht einmal auf der Entfaltung und Gliederung der Leitung und dann natürlich auf der Vervielfältigung und dem besonderen Bau der Nervenfaserenden.

Es ist bekannt, dass, je verschiedenartiger an Dichtigkeit zwei Körper sind, desto schwieriger die Fortleitung der Schallwellen aus dem einen in den anderen erfolgt, und dass die Wellen um so schwächer werden. Die Leitung erfolgt also schwerer aus der Luft in die Thierkörper, als aus dem Wasser. Die Wasserthiere werden also im Allgemeinen einen einfacheren acustischen Apparat bedürfen als die Luftthiere.

4. Ernährungssystem. Die meisten Thiere sind mit einer besonderen Einstülpung oder Höhlung zur Aufnahme der Nahrung versehen, dem Darmkanale. Die einfachste Form ist die eines Sackes mit einer Oeffnung; dann sondert sich eine eigne Mundhöhle nebst Schlund

ab und finden sich die verschiedenen Gliederungen der übrigen Strecke in einen oder mehrere Magen, Dünndarm, Dickdarm und Mastdarm ein. Die Anatomie hat hierbei zunächst die verschiedenen Greif- und Zerkleinerungsorgane des Mundes und der Mundhöhle zu berücksichtigen und dann jene zahlreichen Drüsen, die theils als einzelne Zellen oder kleinere Drüsenschläuche in den Epithelien des Darmkanals verborgen liegen, theils als grössere und compactere Organe nur durch ihre Ausführungsgänge mit den Darmcanal zusammenhängen, und deren Secrete zur Erweichung und Zerlegung der Speisen bestimmt sind.

Mithin muss sich an die Betrachtung des *Tractus alimentarius* diejenige der Speicheldrüsen, der Leber und Bauchspeigeldrüse schliessen.

Der durch die Verdauung gewonnene Nahrungssaft ist das Blut, welches aus den Wandungen und unmittelbaren Umgebungen des Darmcanals nach allen übrigen Körpertheilen geleitet wird, und woraus jedes Gewebetheilchen die ihm eigenthümlichen Substanzen sich assimilirt, und wiederum die Drüsen ihre Secrete oder Excrete abfiltriren.

Das Blut besteht aus Protoplasmakörperchen, welche oft zu hüllenlosen Zellen werden, gefärbt oder ungefärbt, und aus einer Flüssigkeit, die auch bald farblos ist, bald gefärbt.

Der Nahrungssaft durchdringt oft den Körper unmittelbar, indem er die Lücken zwischen den Organen auf mehr oder minder unregelmässiger Bahn durchläuft. Häufiger ist für seine Vertheilung durch ein Gefässsystem Vorsorge getroffen. Dasselbe ist entweder unvollständig, so dass das Blut einen Theil seines Weges

in blossen wandungslosen Lacunen zurücklegt, oder vollständig und geschlossen. Diejenigen Strecken des Gefässsystems, welche mit einem selbständigen Muskelbeleg versehen und durch besondere Nerven zu regelmässigen Contractionen angeregt sind, heissen Herzen, die hiervon ausgehenden Gefässe Arterien, die zuführenden Venen.

Auf dem Wege durch den Körper erleidet das Blut sehr bemerkenswerthe Umwandlungen; es werden ihm eine Reihe von Stoffen entzogen und es nimmt im Lebensprocesse abgenutzte und unbrauchbare Bestandtheile auf. Es bedarf daher einer fortwährenden Erneuerung und Erfrischung, eines Austausches. Einer der wichtigsten Umtausche ist derjenige von Kohlensäure gegen Sauerstoff; er geschieht durch die Athmungsorgane. Sie bringen die atmosphärische Luft in möglichst nahe Berührung mit dem Blute, welches daraus den Sauerstoff als einen Gemengtheil ausscheidet. Tritt das Athmungsorgan als eine drüsige Einstülpung auf zur directen Aufnahme der Luft, so heisst es Lunge; eine andere Art von Luft-Athmungswerkzeugen ist nicht localisirt, sondern hat die Form eines durch den ganzen Körper verzweigten Röhrensystems: Tracheen.

Auch bei der sogenannten Wasserathmung kommt nur der Sauerstoff derjenigen Luft zur Verwendung, welche von allem Quell- und Meerwasser absorbirt ist. Der Lunge entspricht die Kieme, eine „ausgestülpte Lunge"; den Tracheen das Wassergefässsystem.

Dass die Haut ohne Weiteres als Respirationsorgan dienen kann, bedarf nach dem Gesagten keiner weiteren Erklärung. Es athmen auch solche niedere Thiere, welche keine besonderen Athmungsorgane haben.

Zur Absonderung stickstoffhaltiger Bestandtheile aus dem Blute dient die Niere. Diese Drüse kommt nicht nur bei den höheren Thieren vor, wenn auch die Harnausscheidungen bei vielen niederen Thieren sich nicht sehr bemerklich machen.

5. Fortpflanzungssystem. Man unterscheidet die ungeschlechtliche und die geschlechtliche Vermehrung. Jene ist die einfachere und ursprünglichere und erscheint, insofern sie an den sich fortpflanzenden Individuen mehr äusserlich verläuft, als Knospung oder Theilung.

Physiologisch streng lässt sich zwischen beiden verschieden benannten Vorgängen keine Gränze ziehen, indem wohl nie das Thier in der Weise in zwei Hälften oder in mehrere gleiche Theile zerfällt, dass nicht noch während des Zusammenhanges jeder sich zum selbständigen Individuum loslösende Theil gleichsam als eine Knospe der anderen Hälfte oder der übrigen Theile zu betrachten wäre. Und im anderen Falle, wo wir Knospenbildung zu haben glauben, geht nicht selten ein wirklicher Theil des Mutterthieres ohne besondere histologische Veränderung in die Knospe über.

An die äussere Knospung schliesst sich die ungeschlechtliche innere Keimbildung an, welche sich entweder nur durch die Verborgenheit des Vorgangs unterscheidet oder eine wesentlich andere Form annimmt, wenn in eigenthümlichen, den Eierstöcken ähnlichen Organen besondere, sich isolirende Zellportionen oder Keime entstehen und zu neuen Individuen sich entwickeln. Der Charakter der geschlechtlichen Fortpflanzung besteht darin, dass der Embryo durch das Zusammenwirken und die Vereinigung zweier verschiedener

Fortpflanzungsstoffe entsteht. Das Ei, als der eine Stoff, bedarf der Befruchtung durch den anderen, den Samen; die beiden, zur Erzeugung dieser Stoffe durchaus nothwendigen Drüsen sind der Eierstock und der Hode. Sie sind in seltneren Fällen in merkwürdiger Weise combinirt zu einer Zwitterdrüse, häufiger ohne eine solche Verschmelzung in einem Individuum, Hermaphroditen, vereinigt.

Das Ei ist eine Zelle, deren Kern Keimbläschen, und deren Kernkörperchen Keimfleck heisst. Der übrige Inhalt ist Dotter und Eiweiss.

Bei einigen Thieren kommen regelmässig Eier ohne Befruchtung zur Entwicklung, z. B. bei den Bienen, deren Männchen aus unbefruchteten wahren Eiern hervorgehen.

Die wesentlichen Bestandtheile des Samens sind die in einer Flüssigkeit enthaltenen Samenkörperchen. Die am häufigsten vorkommende Gestalt derselben ist die einer Stecknadel, indem sie aus einem Köpfchen und einem Schwanze bestehen. Die Samenkörperchen dieser Gestalt bewegen sich undulirend und sind als freie Wimperorgane zu betrachten. Die bei der Begattung auf das Weibchen zu übertragende Samenportion ist oft von einer besonderen Hülle umgeben, und heisst ein solches Paket Spermatophore.

Die Befruchtung des Eies geschieht damit, dass die Samenkörperchen entweder allseitig in den Dotter eindringen, oder, bei Vorhandensein einer festeren Dotterhaut, durch ein oder mehrere Oeffnungen derselben, Micropylen, zum Dotter gelangen, sich hier auflösen und ihre Substanz mit der des Dotters vermischen. Nach der Befruchtung tritt die Furchung des Dotters ein,

ein Zerfallen der Eielemente und Erzeugung neuer, zum Aufbau des Embryo zu verwendenden Zellen. Die Furchung ist entweder eine totale, (primordiale und inäquale nach Haeckel[1]), wenn sie sich über die gesammte Dottermasse erstreckt, oder eine partielle, (discoidale und superficiale), wenn nur derjenige Theil des Dotters sich klüftet, aus dem die erste Anlage des Embryo gewonnen wird, während der übrige Theil den sogenannten Nahrungsdotter bildet (Vögel). Beispiele für die vier, nicht scharf zu trennenden Modificationen sind: Amphioxus, Amphibien, Vögel, die meisten Arthropoden.

Da die einfachste und wahrscheinlichste Hypothese hinsichtlich der Zusammengehörigkeit der gesammten Thierwelt die ist, dass alle von einer Urform abstammen (s. unten), so ist die Frage nothwendig, wie weit trotz der späteren Verschiedenheit die ersten Stufen der Entwicklung gemeinsame sind oder sich mit einander als homolog vergleichen lassen. Diesen Gedanken hat Haeckel durchgeführt, indem er nicht nur die Furchungserscheinungen einheitlich auffasste, sondern auch noch die weitere Bildung des Keimes bis zur Vollendung der sogenannten Gastrula als allen aus dem Ei sich entwickelnden Thieren gemeinsam darstellt. Der einfachste Fall ist, dass das ganze Ei gleichmässig sich in eine aus einer einfachen Zellenschicht bestehende Blase umwandelt. Mit der Einstülpung der einen Blasenhälfte in die andere entsteht die Archigastrula, ein Sack mit zwei Wänden, dem Ectoderm, gewöhnlich flimmernd, und dem Entoderm.

---

1) Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft. 1875.

Indem die Fortpflanzung eine directe Stoff-Uebertragung von dem elterlichen auf den kindlichen Organismus ist, gehen damit auch die Kräfte und Eigenschaften auf die Nachkommen über, sie vererben sich, auch vererbt sich die Art und die Reihenfolge der Entwicklungsvorgänge. Dieselben stimmen innerhalb eines und desselben Typus in den Grundzügen überein (vergl. unten Vererbung und Anpassung), und so entspricht im Allgemeinen jedem Typus des Baues auch ein bestimmter Typus der Entwicklung.

Alle Thiere haben im Ei oder überhaupt während der Entwicklung eine Reihe, nach den Typen und Klassen sehr verschieden sich gestaltender Umwandlungen durchzumachen; viele werden jedoch so geboren, dass sie im Allgemeinen dem Mutterthiere oder einem der Eltern vollständig ähneln. Bei sehr vielen ist aber das Neugeborene so auffallend abweichend durch Gestalt, durch den Besitz besonderer, zu besonderer Lebensweise nothwendiger Organe, durch den Mangel anderer, welche für die spätere Lebensperiode erforderlich sind, dass man in diesem Falle vorzugsweise von einer Metamorphose spricht. Wir beschränken diesen Begriff immer nur auf die Veränderungen der Gestalt und des physiologischen Verhaltens, welche ein und dasselbe Individuum betreffen, und die Benennung Larve darf streng und in der ursprünglichen Bedeutung genommen nur auf ein Individuum angewendet werden während der Periode in welcher es sich zu seiner definitiven Gestalt entwickelt. Die Metamorphose ist also der Entwicklungscyclus eines Individuums.

Viel weitgreifender ist die eigenthümliche Art der Fortpflanzung, welche Generationswechsel heisst,

und wodurch der Begriff der Species, wie man ihn gewöhnlich zu haben pflegt, und wonach alle diejenigen Individuen zu einer Species gehören, welche zu einer gewissen Lebensperiode nahebei dieselbe Grösse und Gestalt erlangen und sich fruchtbar fortpflanzen, wesentlich modificirt wird. Der Artbegriff wird nämlich bei den dem Generationswechsel unterworfenen Thieren nicht durch die Merkmale einer Generation von Thieren vollständig, sondern es gehören mehrere in cyclischer Entwicklung auf einander folgende Generationen dazu, die im Allgemeinen in dem Verhältniss zu einander stehen, dass die eine, als Hauptrepräsentant der Art, Geschlechtsorgane entwickelt und durch Samen und Eier sich fortpflanzt, während die aus den Eiern hervorgegangene Generation durch eigenthümliche Keimbereitung, durch Theilung oder Knospenbildung proliferirt und erst in ihren Nachkommen oder in den Producten dieser Nachkommen der ersten, Samen und Eier zeugenden Generation wieder ähnlich wird. Die keimbereitenden Zwischengenerationen sind Ammen genannt worden. Der Generationswechsel ist mithin eine Metamorphose von Generationen, innerhalb welcher die Metamorphose von Individuen vielfältig vorkommt.

Wenn „Metamorphose“ und „Generationswechsel“ früher nur Ausdrücke für unerklärte Thatsachen waren, so klärt uns die Descendenztheorie über das Wesen dieser Vorgänge auf, indem die niederen, in Metamorphose und Generationswechsel vorübergehenden Zustände ehemals bleibende waren und durch Vererbung in die Gegenwart hineinragen, während die jetzt bleibenden und vollkommneren im Laufe der Zeiten durch Anpassung und Weiterentwicklung erworben sind. Dabei ist es je-

doch oft geschehen, dass früher vorhanden gewesene Zustände sich in der Entwicklung nur andeutungsweise oder nicht wiederholen. Verkürzte Entwicklung — höhere Krebse, Säuger.

Man hat auch Arten kennen gelernt (Neunaugen), wo schon die Larve geschlechtsreif wird und aus Eiern und Samen Nachkommen zeugt, und endlich sogar solche (Würmer), wo zwei von einander in Aussehen und Bau verschiedene Generationen, welche beide geschlechtsreif werden, mit einander abwechseln.

## Inhalt der vergleichenden Anatomie im engeren Sinne.

Es ist zweckmässig, in diesen Jahren, wo unsere Wissenschaft eine neue folgenreiche Wendung genommen, an ihre frühen Anfänge zu erinnern.

Aristoteles mit seinen bewundernswerthen Leistungen in der vergleichenden, philosophirenden Naturbetrachtung ist ein einsames Meteor. Nachdem man das ganze Mittelalter hindurch auf ihn geschworen, am wenigsten aber seine naturhistorischen Werke verstanden hatte, machte sich völlig unabhängig von ihm im 17. Jahrhundert das Bedürfniss nach einer vergleichenden Anatomie als einer Ergänzung der menschlichen Anatomie und als Vorbedingung der Erkenntniss des *usus partium*, der Physiologie, geltend. Thomas Willis (1622—1675) sagt in seiner berühmten Anatomie des Gehirns (1666) „Wenn ich die Uebereinstimmungen und Verschiedenheiten dargelegt haben werde, welche die einzelnen Theile bei den verschiedenen, unter sich und mit dem Menschen verglichenen Thiere haben: dann

werde ich sicher vermittelst einer solchen vergleichenden Anatomie nicht nur die Functionen eines jeden Organes entdecken können, sondern auch die Spuren und Aeusserungen der thierischen Seele selbst, ihre Einflüsse und geheime Wirkungsweise.

Mit der Empirie des Baco von Verulam[1]) (seine Hauptwerke zwischen 1605 und 1622) und der Erkenntnisslehre des Cartes (geb. 1596) hatte man mit dem kritiklosen Nachbeten überlieferter Doctrinen gebrochen. Dem Bedürfniss, auch in der Naturlehre kritisch zu untersuchen, kam das Mikroskop entgegen, und durch das Dreigestirn Malpighi (1628—1694), Swammerdam (1637—1680), Leeuwenhoeck (1632—1723) wurde die Gewebelehre vorbereitet und das Interesse für eine selbständige zoologische Forschung mächtig angeregt.

Die eigentliche Begründung der Physiologie geschah durch A. von Haller[2]). Sie hat ihre Ausbildung von da an bis auf Joh. Müller (gest. 1857) von der Erweiterung der vergleichenden Anatomie abhängig gemacht.

Wie man aber schon im 18. Jahrhundert neben der medicinischen Wissenschaft die in ihrem Dienste stehende vergleichende Anatomie um ihrer selbst willen zu pflegen begann, wurde sie nun auch zugleich durch allgemeine naturwissenschaftliche Ideen befruchtet. Diess geschah namentlich durch Buffon (1707—1788), welcher in seiner grossartig angelegten Naturgeschichte dem Grundgedanken eines der ganzen Thierwelt gemeinsamen Urplanes (*dessein primitif et genéral*) Ausdruck giebt.

---

1) *Rerum inventio a naturae luce petenda, non ab antiquitatis tenebris repetenda est.*

2) *Elementa physiologiae corporis humani* 1557—1766.

Für die höheren Thiere erschien dieser Grundplan in physiologischer und anatomischer Hinsicht verwirklicht, dieselben Theile erschienen in den verschiedensten Graden der Vollkommenheit und nach einem Plane der Anordnung. Im Bereiche der niederen Thierwelt aber reducirte sich der geträumte Grundplan auf blosse physiologische Analogieen in der Ernährung, Entwicklung und Fortpflanzung. Alle bedeutenden Arbeiten des vorigen Jahrhunderts beziehen sich auf die vergleichende Anatomie der Wirbelthiere. Peter Camper. Alexander Monro. Wo man darüber hinaus will (Vicq d'Azyr 1786. Kielmayer, 1793), lässt man nothgedrungen die morphologische Einheit fallen, um an ihre Stelle oberflächliche physiologische Analogieen zu bringen.

Die Geschichte der vergleichenden Anatomie im 19. Jahrhundert hat bei der sogenannten „anatomischen Philosophie" von Etienne Geoffroy Saint Hilaire (gest. 1844) zu verweilen. Auch ihm schien, dass die Natur alle lebenden Wesen nach einem Plane geschaffen habe, und er stellte einige sogenannte Grundgesetze auf[1]), von denen die thierischen Gestaltungen beherrscht sein sollten. Der Versuch, eine eigentliche Erklärung zu geben, welches denn die wirklichen mechanischen Ursachen der Gleichartigkeit und Veränderlichkeit der organischen Wesen seien, ist weder von ihm unternommen worden, noch von dem deutschen Naturphilosophen Oken (gest. 1851). Seine Ansichten über die organische Natur sind nur im Zusammenhange seines ganzen Systemes aufzufassen und zu würdigen. Nur mag der

---

1) a) *Principe des connexions*. b) *Principe du balancement des organes*. c) *Théorie des analogues*.

wichtige und in der neuesten Epoche unserer Wissenschaft in einem ganz neuen Lichte erscheinende Satz hervorgehoben werden, dass jedes Thier in seinen embryonalen Entwicklungsstufen die unter ihm stehenden Abtheilungen durchlaufen solle [1]).

Alle diese zum Theil werthvollen, zum Theil phantastischen und der reellen Grundlage entbehrenden Anläufe wurden durch die von Cuvier (1769—1832) eingeschlagene Richtung in den Hintergrund gedrängt. Es gab, als er zu forschen anfing, zwar ausgedehnte Arbeiten über einzelne Thierklassen, man hatte aber nur die äusseren Beziehungen der Arten berücksichtigt, die Klassen und Unterabtheilungen waren nicht nach dem Ganzen der inneren und äusseren Kennzeichen gegen einander abgewogen. Daher waren die Charactere vieler Klassen falsch oder unvollständig aufgestellt, die Ordnungen willkürlich, in keiner Abtheilung die Gattungen naturgemäss gruppirt. Cuvier musste, wie er sagt, in der Anatomie und Zoologie, im Seciren und Klassificiren von vorn anfangen, aus seinen ersten Beobachtungen über die Organisation eine bessere Eintheilung zu entnehmen suchen, sich dieser wieder zu neuen Beobachtungen bedienen, nochmals mit den neugewonnenen Kennzeichen die Eintheilung vervollkommnen, kurz, aus dieser gegenseitigen Befruchtung der beiden Wissenschaften ein zoologisches System hervorgehen lassen, welches als Vorbereitung und Führer auf dem Felde der vergleichenden Anatomie dienen könne, und einen Lehrschatz der vergleichenden Anatomie, um da-

1) „Die Thiere vervollkommnen sich nach und nach, indem sie Organ an Organ setzen, ganz so, wie sich der einzelne Thierleib vervollkommnet.“ Oken, Naturphilosophie.

mit dass zoologische System zu entwickeln und zu erläutern. So will Cuvier zum natürlichen System gelangen, dem Ideal der Naturgeschichte, weil es der genaue und vollständige Ausdruck der Natur selbst sein würde.

Es handelt sich also in der Schule Cuvier's vor Allem um die umfassendste Ergründung der Thatsachen und dann um die naturgemässe, aus der Vergleichung sich ergebende Zusammenstellung. Sie schliesst allerdings, von der Zweckmässigkeit des Organismus durch die Beobachtung überzeugt, bei unvollständig vorliegendem Befund nach dem Zweckmässigkeitsprincip (*principe des conditions d'existence, principe des causes finales*) auf die Ergänzung, gelangt aber über jene höchst schätzenswerthe vergleichende Zusammenstellung der Thatsachen zu einer Erklärung der Gleichheit oder Ungleichheit nicht hinüber.

Das Hauptresultat dieser vergleichenden Zergliederung bei strenger Vermeidung alles Spielens mit Analogieen war die klare Erkenntniss, dass das Thierreich nicht nach einem Thema variirt sei, sondern mindestens nach vier Typen (*formes principales, plans généraux*) oder Grundplänen aus einander gehe. Strahlthiere, Gliederthiere, Weichthiere, Wirbelthiere. Jeder dieser Typen wird durch das Vorwalten gewisser Organe und durch die Art der allgemeinen Anordnung der Körpertheile bestimmt. Sie lassen sich daher architectonischen Baustylen vergleichen, die in ihren verschiedenartigen Ausführungen an feste Principien und Regeln gebunden sind. Die Stellung, welche eine Thierart im System einzunehmen hat, richtet sich also zunächst nach dem allgemeinen Typus, welcher aus der

Zergliederung sich ergiebt, und dann nach der geringeren oder complicirteren Ausbildung ihrer Organe innerhalb der Gränzen des Typus. Es ist natürlich, dass der Beobachtung hierin das weiteste und dankbarste Feld geöffnet wurde, besonders nachdem Carl E. von Bär die Grundsätze einer solchen Vergleichung, die Abwägung des Werthes der massgebenden Charactere näher präcisirt hatte.

Diese vergleichende Anatomie musste also ihre wichtigste Aufgabe darein setzen, innerhalb der als fundamental von einander getrennt erscheinenden Typen das Detail zu erforschen und die Gleichartigkeit — die Homologieen — nachzuweisen. Schon im vorigen Jahrhundert aber hatten die ausgezeichnetsten Geister, wie Vicq d'Azyr und Goethe, später Oken, auf die Nothwendigkeit der Vergleichung der Organe an einem und demselben Individuum hingewiesen und darin eine wesentliche Ergänzung der auf die verschiedenen Thiere und Thiergruppen sich erstreckenden vergleichenden Anatomie gefunden. Am frühesten hatte sich die Vergleichung der hinteren und vorderen Gliedmassen dargeboten, es folgte die berühmte und fruchtbare Vergleichung der Wirbel mit den Schädelknochen. Fast nicht minder dankbar erwies sich die vergleichende Anatomie am Gliederthier-Individuum. Und so kann allerdings diese vom Individuum allmälig auf Gattung und die höheren systematischen Einheiten sich ausbreitende Betrachtung zu einer Zusammenstellung der Objecte gelangen, in welcher sie als nach ihrer „natürlichen Verwandtschaft“ geordnet erscheinen.

## Vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte.

Das Verständniss jedes Gewordenen wird durch sein Werden eröffnet. Um so wichtiger muss bei dem in unablässiger Veränderung begriffenen Organismus die Ergündung seiner Anfänge und Entwicklung sein. Das Bedürfniss, die Forschung hierauf auszudehnen, knüpft zunächst an die oben berührte vergleichende Anatomie des Individuums an, wo die sich wiederholenden, aber mehr und mehr umgestalteten Theile je jünger, um so gleicher sind, wo also durch die Entwicklungsgeschichte allein die Identität solcher Organe bewiesen werden kann, welche bei dem ausgewachsenen Thiere ganz verschiedene Gestalt angenommen und verschiedene Verwendung gefunden haben. Hinterleibscelet der Insecten. Schleifencanäle der Gliederwürmer.

Unentbehrlich und von entscheidender Wichtigkeit wurde aber die Entwicklungsgeschichte für die ihre Gesichtspunkte erweiternde vergleichende Anatomie, als (durch Bär) die Uebereinstimmung der Mitglieder der grossen typischen Abtheilungen in gewissen Grundzügen der Entwicklung sich herausstellte, mithin die „natürliche Verwandtschaft" durch die Gleichartigkeit des Werdens besiegelt wurde. Also abgesehen davon, dass in der niederen Thierwelt ohne die Verfolgung der Entwicklung gar nicht einmal die Zusammengehörigkeit der auf einander folgenden verschiedenen Formen eines und desselben Zeugungskreises sich feststellen, mithin nicht einmal die ersten Bedingungen der beschreibenden Naturkunde sich erfüllen lassen, sind die aus der Vergleichung der fertigen Arten

gewonnenen Resultate so lange anzweifelbar, als nicht die Entstehung der Gleichartigkeit vor dem Auge des Beobachters sich abspinnt. Mundwerkzeuge der Insekten. Eine Menge von Beziehungen verbergen sich überhaupt oder bleiben so lange völlig räthselhaft, bis nicht die Entwicklungsgeschichte, wie in den Individuen, so in den Artenreihen und höheren Gruppen auf die Identität des scheinbar Verschiedenartigsten führt. Gelenkstück des Unterkiefers der Reptilien und Vögel = Hammer. Quadratbein = Ambos.

Schon frühzeitig hat sich die Beobachtung aufgedrängt, dass die systematische Anordnung, wie sie sich aus der reinen Anatomie der fertigen Organismen ergiebt, in der Entwicklung der Individuen eine merkwürdige Bestätigung findet. Die höheren Thiere einer und derselben typischen Hauptabtheilung durchlaufen in ihrer Entwicklung Zustände, auf denen die niederen verharren. Perennibranchiaten — Frösche. Fuss der Vögel und Reptilien. Dieser Parallelismus der anatomischen Reihe der Arten mit der Entwicklungsreihe der Individuen ist eine der wichtigsten Leuchten der vergleichenden Anatomie geworden, lange bevor man zu einer Erklärung desselben sich erhob.

### Vergleichende Anatomie und Paläontologie.

Der Gründer der Paläontologie als einer nothwendigen Ergänzung der vergleichenden Anatomie der lebenden Thiere ist Cuvier. Es stellt sich bald heraus, dass die heutige Thier- (und Pflanzen-)welt „Lücken" hat. Neben reichen Abtheilungen, wo die ganzen Gestalten und die einzelnen Organe in ununterbrochenen Formenreihen in einander übergehen, treten isolirte kleine

Gruppen (Einhufer) oder gar einzelne Arten (Lanzettfisch) auf, welche nur mit Gewalt sich in das System einfügen lassen und in demselben sich sehr unnatürlich ausnehmen würden, wenn nicht durch die untergegangenen Thiere, durch Zwischenformen, diese Schroffheiten ausgeglichen würden.

Nachdem die neuere Geologie zu dem unumstösslichen Resultat gekommen, dass die Bildung der Erdrinde und ihrer verschiedenen Schichten eine ganz allmälige war, und nie solche allgemeine plötzliche Umwälzungen statt gefunden haben können, durch welche die jedesmalige Lebewelt in ihrer Gesammtheit zerstört worden wäre, sehen wir auch in den vorweltlichen Thieren ein Ganzes, welches in allen wesentlichen Grundzügen der Organisation mit der heutigen Lebewelt übereinstimmt und mit derselben im unmittelbarsten Zusammenhange steht. Wie unzählbare Formen für uns auch völlig verloren sind, in zahlreichen Fällen ist durch die Ueberreste der Ausgleich geschehen.

Unbestrittene Ergebnisse der Wissenschaft von den vorweltlichen Organismen sind ferner, dass von den älteren Perioden zu den neueren ein Fortschritt stattfindet. Derselbe spricht sich darin aus, dass die Organismen der älteren Zeiten embryologische Charactere der heutigen Thierwelt an sich tragen oder den niedrigeren unter den heutigen Formen ähneln. Dieselbe Unbestimmtheit der Jugendformen, die noch nicht erkennen lässt, welche specielle Prägung das fertige Thier wird angenommen haben, wiederholt sich an den vorweltlichen Organismen nach ihrer Ausbildung. Nicht wenige machen, verglichen mit den lebenden Arten, den Eindruck von „Mischformen“, d. h. solchen, die in

sich Merkmale vereinigen, welche jetzt auf verschiedene Gruppen vertheilt sind. So unvollständig auch die fossilen Reste, lassen sie doch schon jetzt in fast allen grösseren und kleineren Abtheilungen bis auf die Gattungen ein allmäliges Anschwellen der Formenmenge erkennen, welches bei vielen in längst vergangenen Perioden seinen Höhepunkt erreicht und einem oft sehr rapiden, oft sehr langsamen Rückzuge und Verschwinden Platz gemacht hat, bei anderen in steter Zunahme bis zur Gegenwart geblieben ist.

Man begreift hieraus, ohne noch das Detail zu kennen, dass die Paläontologie eine mindestens ebenso wichtige Ergänzung der vergleichenden Anatomie der lebenden Organismen ist, als die Embryologie, oder in weiterer Bedeutung die Entwicklungsgeschichte der Individuen.

## Die Morphologie.

Aus der innigen Durchdringung der drei Disciplinen, deren gegenseitiges Verhältniss soeben angedeutet wurde, entsteht die thierische Morphologie, die Wissenschaft, welche die Erkenntniss und Erklärung der gesammten Formenverhältnisse der Thiere zu ihrer Aufgabe hat. Dass dieses Ziel in seinem vollen Umfange nicht erreicht werden kann ohne seine gleichzeitige Erweiterung auf die Pflanzenwelt und ohne in innigster Berührung mit der Physiologie, der Wissenschaft von den Verrichtungen der Organismen und ihrer Theile zu bleiben, liegt auf der Hand. Wir müssen uns durch die historische Entwicklung unserer Wissenschaft zum Bewusstsein gebracht haben, dass, was man früher auf diesem Gebiete „Gesetz“ nannte, blosse Formeln sind,

in denen man die Uebereinstimmung von Reihen gleicher oder nahezu gleicher Thatsachen und Befunde ausdrückt. In diesem Sinne konnte z. B. die vergleichende Anatomie von einem „Gesetz" sprechen, dass die Vögel ein Quadratbein, die Wirbelthiere einen Zwischenkiefer, die Gliederthiere ein Bauchmark besitzen. Damit ist aber noch nicht im Geringsten die Erklärung gegeben, warum diese und alle übrigen Bildungen und Bildungsreihen ihre erfahrungsmässige Ausdehnung haben, und durch welche causale Begründung der Inductionsschluss von Fall zu Fall innerlich gerechtfertigt ist. Ebenso wenig kann die teleologische Anschauungsweise, welche die Gleichheit oder Ungleichheit der Formen von verschiedenen ausserhalb derselben liegenden und sie determinirenden Zwecken herleitet, für etwas Anderes gehalten werden, als für ein untergeordnetes Hülfsmittel zur Orientirung. Unsere Morphologie muss vielmehr dadurch eine wahre Gestalten- und Gestaltungslehre zu sein suchen, dass sie die Formenreihen als Folgen von Ursachen darstellt, welche nicht ausserhalb der Erscheinungswelt liegen und der Beobachtung und Berechnung zugänglich sind.

## Der Artbegriff und die Descendenztheorie.

Erst mit Linné begann die Feststellung einer wahren Grundlage der vergleichenden Anatomie, die specielle Auffassung der Unterscheidungsmerkmale der organischen Wesen; und die ganze nachlinnéische Zeit hat über ein Jahrhundert systematisirt, mit wenigen Ausnahmen von der Voraussetzung, der laut ausgesprochenen oder als selbstverständlich angenommenen,

ausgehend: alle Pflanzen- und Thierarten seien auf unbegreifliche Weise in bestimmter Reihenfolge geschaffen. Alle in der äusseren Form übereinstimmenden Individuen und alle diejenigen, welche auf gleich gebildete Stammeltern zurückzuführen seien, bildeten eine Art. Auch über die Unveränderlichkeit der Art, d. h. die unabänderliche Vererbung der „wesentlichen" Merkmale von Generation zu Generation war die herrschende Richtung der Naturforschung als über einen a priori feststehenden Satz einig.

Für die Praxis der Botanik und Zoologie war natürlich die „Constanz der Merkmale" das Wichtigste, und wiederum der reinen Praxis, dem Uebereinkommen und dem individuellen Gefühl war es überlassen, von Fall zu Fall, von Art zu Art, diejenigen Merkmale der Gestalt, Grösse, Farbe u. s. w. in der Diagnose zu vereinigen, welche als die wesentlichen gelten sollten. Der Beobachtung, dass innerhalb der so gewonnenen „Arten" dennoch Abweichungen vorkommen, konnte man sich nicht entziehen, und man nannte solche Individuenreihen, welche innerhalb der „constanten" Arten selbst wieder mit einer stärkeren „Constanz" gewisse Eigenthümlichkeiten bewahren und fortpflanzen „Unterarten" (Subspecies), solche dagegen, wo die sich vererbenden untergeordneten Eigenthümlichkeiten etwas minder auffallend und leichter verwischbar, „Spielarten" (Varietates).

Da man nun die Constanz in der Fortpflanzung nicht controlirte, noch zu controliren im Stande war, und allgemeine Gesetze über das, was „wesentlich" und „unwesentlich" an den Arten sei, für keine kleinere Abtheilung, geschweige denn für sämmtliche Organismen auf-

gestellt werden konnten, so war die ganze Grundlage des sogenannten „natürlichen Systems“ dennoch eine durchaus willkürliche und künstliche. Wie man das Schwanken der morphologischen Mermale von Art zu Art geflissentlich nicht sehen wollte, ja solche Formen, welche die Unhaltbarkeit der Lehre von der Constanz der Merkmale am klarsten bewiesen, als „schlechte Arten“ bei Seite schob, ebenso verschloss man die Augen vor den Thatsachen, welche auch die Reinheit der Fortpflanzung mehr als in Frage stellten. Es hatte sich die auf gänzlich unzugängliche oder unglücklich gewählte Beispiele basirte Lehre eingebürgert, die aus der Paarung verschiedener Arten hervorgehenden Nachkommen, Bastarde, seien unfruchtbar, dagegen die Nachkommen gekreuzter Varietäten, Blendlinge, immer fruchtbar. Weder das Eine noch das Andere ist allgemein richtig, und durch neuere zahlreiche kritische Beobachtungen und Experimente ist erhärtet, dass in der Fortpflanzungsfähigkeit der Bastarde und Blendlinge ein wesentlicher Unterschied nicht besteht, dass die einen und die andern in gegebenen Fällen und unter günstigen Bedingungen durch anfänglich schwankende, später sich mehr und mehr befestigende Vererbung neuer Merkmale zu neuen distincten Formen sich umgestalten und von den Stammarten abheben können, kurz, dass die ehemals behauptete Constanz der Arten nicht besteht.

Eine mächtige Stütze gewinnt diese Lehre in der Wahrnehmung, dass bei einigen Gruppen niederer Organismen, Polythalamien und Spongien, es überhaupt kaum möglich ist, „Arten“ zu beschreiben und zur Orientirung abzugränzen, sondern dass diese Organismen geradezu in blosse continuirliche Formenreihen aufgelöst sind.

Diese Organismenreihen, auf die wir eben hindeuteten, bilden jedoch keineswegs besondere Ausnahmen, und mit Recht sagt Haeckel: „Schlechte Arten würden alle Species ohne Ausnahme sein, wenn wir sie vollständig kennen würden, d. h. wenn wir nicht allein ihren gesammten gegenwärtigen Formenkreis, wie er über die ganze Erde verbreitet ist, kennen würden, sondern auch alle ihre ausgestorbenen Blutsverwandten, die zu irgend einer Zeit gelebt haben." Um nun für den Artbegriff eine der Möglichkeit entsprechende Basis zu erhalten, ist erstens auf jene Thierformen Rücksicht zu nehmen, bei denen unter den verschiedenen Weisen ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Fortpflanzung ganz verschiedene Gestalten im Zeugungscyclus einander ablösen, und zweitens auf die Veränderlichkeit dieser Zeugungskreise theils im Laufe der Zeit, theils, in Verbindung damit, in Folge geographischer Isolirung. Wir können uns daher ebenfalls Haeckel anschliessen, wenn er den Begriff der Art so giebt: „Die Species oder organische Art ist die Gesammtheit aller Zeugungskreise, welche unter gleichen Existenzbedingungen gleiche Formen besitzen."

Die Lehre von der Veränderlichkeit der Arten wurde zuerst (1809) von Lamark mit allen ihren Consequenzen aufgestellt und zu begründen gesucht[1]). Er behauptete, dass alle höheren und zusammengesetzteren Organismen nach und nach aus der Umwandlung und Vervollkommnung einfacherer Wesen hervorgegangen

1) Gedanken zur Descendenzlehre sprachen im vorigen Jahrhuntert aus Maupertuis, Diderot, Kant, Herder, Goethe.

seien, und liess diese Umwandlungen vorzugsweise als Folgen der Angewöhnung und Anpassung an neue Lebensbedingungen geschehen. Er fasste daher die Welt der Organismen als eine grosse blutsverwandte Gesammtheit auf und ist mithin der eigentliche Schöpfer der Transmutations- oder Descendenztheorie.

Ihre Begründung hat dieselbe aber erst ein halbes Jahrhundert später durch Darwin's Selectionstheorie erhalten. Die wichtigsten Sätze seiner Lehre, wodurch die Umwandlung auf ihre natürlichen Ursachen zurückgeführt wird und die grossen Reihen der paläontologischen und überhaupt organologischen nnd biologischen Thatsachen ihre mechanische Erklärung finden, lassen sich so zusammenfassen. In Folge der künstlichen Züchtung und des dabei beobachteten accumulativen Wahlvermögens des Menschen sieht man aus anfänglich unbedeutenden und variabeln Abänderungen in den folgenden Generationen solche Charaktere sich befestigen, dass die gewonnenen Formen sowohl unter sich als verschiedene Raçen, als von den Ausgangsformen mehr abweichen, als sogenannte Arten im freien Zustande. Zwar weit langsamer, aber eben so sicher vollzieht sich auch im Naturzustande die Umwandlung von Varietäten (als beginnender Species) in gute Arten. Dies geschieht in dem Kampfe um das Dasein, indem diejenigen Individuen, welche mit irgend einem zufälligen, für die Fristung des Lebens günstigen Vortheil der Organisation versehen sind, in dem Wettkampfe Aller um's Dasein bevorzugt sind. Dergleichen Vortheile werden in der Uebertragung auf die Nachkommen mehr und mehr constant, und so müssen im Laufe der Zeiten die minder begabten Raçen jenen

sich über sie erhebenden und zu neuen Arten werdenden unterliegen. Dies ist die natürliche Züchtung, welche also durch Häufung unendlich kleiner vererbter Modificationen wirkt.

### Vererbung und Anpassung.

Sie sind die beiden bei der natürlichen Züchtung in Wechselwirkung tretenden Hauptfactoren. Dass die Erblichkeit wirklich besteht, ist so leicht zu beobachten und so allgemein anerkannt, dass durch diese Eigenschaft der Organismen die Anerkennung der anderen, der Anpassung, fast ganz in den Hintergrund gedrängt wurde. Die Ursachen der Erblichkeit und Vererbung liegen in den factischen, freilich zum Theil noch höchst unklaren Verhältnissen der Fortpflanzung, in der bei jeglicher Fortpflanzung vorhandenen Loslösung von Theilen des oder der elterlichen Organismen und ihrer directen Umbildung in die Sprösslinge und Nachkommen. An die sich abtrennenden Stoffe sind auch die Kräfte gebunden, welche im elterlichen Organismus wirkten, und aus denen die Formen und der Verlauf der morphologischen und physiologischen Erscheinungen der neuen Individuen resultiren.

In erster Stelle vererben sich diejenigen Eigenschaften, welche schon das befestigte Eigenthum der früheren Generationen waren (conservative Vererbung, Häckel). Jeder Organismus kann aber auch einen geringeren oder grösseren Theil derjenigen Eigenschaften vererben, welche er sich selbst durch Anpassung erworben (progressive Vererbung), eine Thatsache, welche vor Allem bei der künstlichen Zuchtwahl leicht zu beobachten. Die Vererbung geschieht in der Regel

von Generation zu Generation, und dies ist der am leichtesten verständliche und erklärbare Fall. Im anderen bleiben Eigenschaften, welche ursprünglich vorhanden waren, durch eine, mehrere oder eine Reihe von Generationen hindurch latent, bis sie im Rückschlag (Atavismus) wieder auftreten. Auch hierfür giebt die Zucht der Hausthiere die geläufigsten Belege, während andererseits die Erscheinungen des Generationswechsels als Formen eines regelmässigen Rückschlags gedeutet werden können.

In die Kategorie der Vererbung gehören auch die speciellen Erscheinungen der Entwickelungsgeschichte. Schon vor mehreren Jahrzehnten hat sich die Beobachtung aufgedrängt, dass die Entwickelungsstadien der heute lebenden höheren Formen der Hauptstämme des Thierreiches nicht nur gewisse stationäre Eigenthümlichkeiten der niederen lebenden Formen derselben Stämme repräsentiren und vorübergehend zeigen, sondern dass auch die historische (geologische) Entwicklung oder Aufeinanderfolge der grossen typischen Abtheilungen einen Parallelismus mit der individuellen Entwickelung der heutigen Organismen darbietet. Man hat dies nun in dem Satze zusammengefasst, dass die Entwickelung des Individuums eine zusammengedrängte Recapitulation der historischen Entwickelung der Art sei. Rütimeyer's Untersuchungen über die Geschichte des Pferdes und Rindes, Fr. Müller's Beobachtungen und Entdeckungen über Entwicklung der Krebse u. a. geben dafür schlagende Belege. In sehr vielen Fällen der individuellen Entwickelung finden wir jedoch jenen Hinweis auf Urzeit und Vorfahren nicht mehr. Wir erklären jene vollständigere Recapitulation

mit der ununterbrochenen progressiven Vererbung in Verbindung mit der Vererbungserscheinung, dass bestimmte Eigenschaften der Eltern auch in bestimmter Reihenfolge an den Nachkommen sichtbar werden. Die abgekürzte Entwickelung dagegen ist auf ein anfänglich schwankendes Latentwerden und den späteren gänzlichen Verlust ursprünglicher elterlicher Eigenschaften zurückzuführen.

Jeder Organismus hat zu jeder Zeit seines Lebens, und besonders so lange er fortpflanzungsfähig ist, die Kraft, zu den ererbten Eigenschaften durch Anpassung neue hinzu zu erwerben, und dies geschieht um so sicherer, je gehäufter die an sich vielleicht ganz unbedeutenden Veränderungen der Existenzbedingungen sind. Dass veränderte Nahrung, neuer Boden, fremdes Klima die Organismen „umändern", ist eine allgemeine Erfahrung. In der Umänderung selbst, der anfänglich sehr losen und leichten, liegt der Keim des nothwendigen Bestrebens, dass die mit neuen Eigenschaften ausgestatteten Individuen und Generationen sich von den stabil gebliebenen örtlich, geographisch isoliren (Migrationsgesetz M. Wagner's), wie denn auch die unfreiwillige Isolirung je nach Umständen auf die Stabilität der organischen Formen oder auf einen eigenartigen neuen Entwickelungsgang von dem entschiedensten Einfluss ist. Die veränderten äusseren Bedingungen rufen im Innern des Organismus Reactionen hervor, die sich in Angewöhnungen, in dem vermehrten oder verminderten Gebrauch bestimmter Organe kundgeben, in jenem Falle zur Vervollkommnung derselben, im anderen zum Schwach- und Abortivwerden führen, in allen aber in

ihren Resultaten aus den Verhältnissen der Ernährung physiologisch erklärt werden können.

Eine besondere Art der Anpassung erscheint also als Rückbildung, wobei Organe, welche in früheren Lebensaltern vorhanden waren und functionirten, entweder ganz schwinden oder wenigstens verkümmern. Wir sehen diese Vorgänge vorzugsweise bei Thieren, welche aus einer freien, schwimmenden Lebensweise in eine sitzende übergehen. Am weitesten erstreckt sich die Rückbildung im Parasitismus, welcher nur durch die Anpassung einst frei lebender Urformen und die daraus folgenden vereinfachten Ernährungsverhältnisse begriffen wird.

Fasst man die Consequenzen der Vererbungs- und Anpassungsfähigkeit zusammen, so bestehen sie in erster Reihe in der Differenzirung der Organismen. Die Beobachtung, dass die geologisch älteren Formen einen morphologisch allgemeineren Charakter besitzen, gehört schon der älteren Naturforschung an. Die natürliche Zuchtwahl giebt aber den Schlüssel für die Nothwendigkeit und Erspriesslichkeit dieses Auseinandergehens.

Eine weitere Folge ist die Vervollkommnung. „Die organischen Wesen haben keine eingeborne oder nothwendige Neigung zu einem Fortschritt in der Stufenleiter der Organisation. Wir sind fast gezwungen, die Specialisation oder Differenzirung von Theilen oder Organen für verschiedene Functionen als den besten oder selbst einzigen Massstab des Fortschritts zu betrachten; denn durch eine derartige Arbeitstheilung wird jede körperliche und geistige Function besser ausgeführt; und da die natürliche Zuchtwahl ausschliesslich durch die Erhaltung vortheilhafter Modificationen des

Baues wirkt, und da die Lebensbedingungen auf jedem Gebiet allgemein in Folge der zunehmenden Anzahl verschiedener dasselbe bewohnender Formen und in Folge davon, dass die meisten dieser Formen eine mehr und mehr vollendete Structur erhalten, immer und immer complicirter werden, so können wir ruhig annehmen, dass im Ganzen die Organisation fortschreitet". (Darwin).

In jedem Organismus haben wir sonach zwei Reihen von Merkmalen und Eigenschaften zu untersuchen, von welchen die eine ererbt, die andere durch Anpassung erworben ist. So weit, als die verschiedenen Zeugungskreise, welche oben als Arten bezeichnet wurden, gemeinschaftliches Erbtheil besitzen, spricht man von homologen Theilen, wogegen durch die Anpassung verschieden gebauter Arten an gleiche oder ähnliche Lebensverhältnisse analoge Organe entstehen. Die vergleichende Anatomie hat sich immer mit der Aufsuchung und Zusammenstellung der Homologie beschäftigt und, wie oben gezeigt, das „natürliche System" auf Grund der grösseren oder geringeren Homologien aufzubauen versucht. Sie tritt mit der Descendenztheorie aus dem Stadium des blossen Bienenfleisses heraus und operirt mit Bewusstsein, indem sie die Theorie als eine Leuchte gebraucht, ihre Brauchbarkeit aber und Wahrheit zugleich Schritt vor Schritt prüft.

### Das natürliche System.

Allen Systemen hat das Bestreben zu Grunde gelegen, die wahre Zusammengehörigkeit der Organismen nach Rang und Reihenfolge übersichtlich zu machen. Eine der Natur entsprechende Basis wurde aber erst durch Cuvier und Bär gewonnen, welche vier in den

Grundzügen der Organisation und der Entwicklung von einander abweichende Typen aufstellen. In der Anerkennung solcher verschiedener Typen (Stämme, *branches, embranchements)* sind alle Naturforscher der Gegenwart einig, weiter geht aber die Uebereinstimmung nicht. Schon über die Anzahl derselben bestehen starke Controversen. Uns allen ist ferner die Eintheilung dieser Typen in Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten (resp. Unterklassen u. s. w.) geläufig. Ein näherer Versuch jedoch, den Werth dieser Kategorien nach fassbaren, allgemein überzeugenden und gültigen Grundsätzen zu bestimmen, zeigt, dass sie durchaus willkürlicher und subjectiver Art sind.

Nur die Typen oder Phylen sind reale Einheiten; jeder umfasst diejenigen Organismen, welche auf eine gemeinschaftliche einfachste Stammform zurückgeführt werden können, von welcher sie sich divergirend als Blutsverwandte nach und nach entwickelt und abgezweigt haben. Die weitere Zurückführung jener einfachen Stammformen auf einen einzigen Urorganismus und die Möglichkeit der Entstehung desselben aus der unorganischen Materie ist der Gegenstand weiterer Forschung und Combination.

Wie es nun zwischen dem Abschnitt des Stammes, von wo er sich zu verästeln beginnt, und seinen äussersten Zweigelchen die verschiedenartigsten, in Länge, Stärke, Zahl der Unteräste und Zweige aus einander gehenden Verästelungen giebt, deren Abtheilungen nur ganz im Allgemeinen je nach ihrer Entfernung vom Stamm mit einander verglichen werden können, ohne dass sie nach Inhalt und Zahl der Achseln congruent sind: ebenso verhält es sich mit den Unterabtheilungen

der Typen. Was die Systematik Klassen, Ordnungen u. s. f. nennt, sind nichts als relative Einheiten, welche den geringeren oder grösseren Abstand, den Grad der Divergenz von der Stammform ausdrücken. Keine dieser Kategorien, von den Varietäten als den beginnenden oder werdenden Arten an bis zu den Klassen hat absolute Geltung; je weiter man in die Vorwelt hinabsteigt, je frühere embryonale Zustände man vergleicht, eine je vollständigere Reihe der lebenden Organismen neben einander gestellt werden kann, um so näher, bis zum Zusammenfallen, rücken sich jene Begriffe. Im Sinne der Descendenztheorie ist das natürliche System nichts als der natürliche Stammbaum. Die Typen sind die Stämme, innerhalb welcher, wie oben bemerkt, die Homologien aufzusuchen sind, und die umfassendste morphologische Forschung die bei den Spaltungen stattgehabten Vererbungen, sowie den jedesmaligen neuen Erwerb festzustellen hat. Das System ist daher die Quintessenz der Morphologie, die kürzeste Wiedergabe des Resultats derselben.

Die Annäherung an dieses Ziel, das Gelingen der Synthese im Gegensatz zu der nach Cuvier'scher Methode getriebenen Analyse, ist eine Frage der Zeit.

---

## Einige allgemeine literarische Hülfsmittel.

O. Schmidt, Die Entwicklung der vergleichenden Anatomie. Jena, 1855.

V. Carus, Geschichte der Zoologie. München, 1872.

Ch. Darwin, Ueber die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. I. Aufl.. 1859.

E. Häckel, Generelle Morphologie der Organismen. Berlin, 1866.

Gegenbaur, Grundzüge der vergl. Anatomie. II. Aufl. Leipzig, 1870. Grundriss. 1874.

V. Carus und Gerstäcker, Handbuch der Zoologie. Leipzig, 1868. 1875.
Troschel und Ruthe, Handbuch der Zoologie. VI. Aufl. Berlin, 1871.
Claus, Grundzüge der Zoologie. III. Aufl. 1875.
Bronn, Klassen und Ordnungen des Thierreichs, in Wort und Bild. Fortsetzungen vou Keferstein, Gerstäcker, Grenacher, Selenka, Giebel, Hoffmann. 1860 ff.
V. Carus, *Icones zootomicae.* 1. Abtheilung: Wirbellose Thiere. Leipzig, 1857.
Leydig, Tafeln zur vergl. Anatomie. Tübingen, 1864 ff.

---

Die wichtigsten Zeitschriften sind:
Archiv für Naturgeschichte. Berlin.
Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Leipzig.
Morphologisches Jahrbuch. Leipzig.
Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften. Jena.
Arhiv für mikroskopische Anatomie. Bonn.
*Annales des sciences naturelles. Zoologie.* Paris.
*Archives de Zoologie expérimentale.* Paris.
*Annals and Magazin of natural history.* London.
*Philosophical Transactions.* London.

---

# I. Protistae und Protozoa. Urwesen und Urthiere.

Haeckel, Studien über Moneren und andere Protisten. Leipzig, 1870.
M. Schulze, Die Polythalamien. Leipzig, 1853.
Haeckel, Die Radiolarien. Berlin, 1862.
Greef, Ueber Radiolarien des süssen Wassers. Archiv für mikr. Anatomie. 1869 ff.
F. E. Schulze, Rhizopodenstudien. Archiv für mikr. Anatomie. 1874—1875.
R. Hertwig und Lesser, Ueber Rhizopoden. Archiv für mikr. Anat. X. Supplement. 1874.
R. Hertwig, Organisation u. syst. Stellung Foraminiferen. Jen. Zeitschr. X. 1876.
Kölliker, *Icones histiologicae* I. Die feinere Structur der Protozoen. Leipzig, 1864.

Sowohl theoretische Betrachtungen als eine ganze Reihe factischer Beobachtungen bestätigen die Existenz eines Mittelreiches zwischen Pflanzen und Thieren, wofür der Name Protisten vorgeschlagen ist. Es besteht aus Gruppen oder Stämmen niedrigster Organismen, welche bisher theils den Pflanzen ausgeschlossen wurden (z. B. die Diatomeen, Schleimpilze), theils den Thieren, und zwar gewöhnlich unter dem Namen der Protozoen (Amöboiden. Wurzelfüsser). Die Meinungen über den Umfang dieses Reiches sind noch sehr getheilt. Die Kenntniss wenigstens einiger Hauptformen ist aber dem angehenden Zoologen um so nothwendiger,

als die Gränze zwischen ihnen und den Thieren eine gezwungene ist und, was dasselbe besagen will, die thierischen Stämme auf solche und ähnliche Protisten zurückzuführen sind. Nur ungeschlechtliche Fortpflanzung.

## Sytematische Uebersicht über die Protozoen.

### I. Moneren.

Organismen ohne Organe, welche in vollkommen ausgebildetem Zustande einen frei beweglichen, nackten, vollkommen structurlosen und homogenen Sarcode- (Protoplasma-) Körper bilden. Niemals differenziren sich Kerne in dem homogenen Protoplasma. Die Bewegung geschieht durch Contractionen der homogenen Körpersubstanz und durch Hervortreiben von Formwechselnden Fortsätzen (Pseudopodïen), welche entweder einfach bleiben oder sich verästeln und anastomosiren. Die Ernährung geschieht meist nach Art der Rhizopoden (siehe unten). Die Fortpflanzung geschieht nur auf ungeschlechtlichem Wege. Oft, jedoch nicht immer, wechselt der frei bewegliche Zustand mit einem Ruhezustande ab, während dessen sich der Körper mit einer ausgeschwitzten structurlosen Hülle umgiebt (encystirt). Alle Moneren leben im Wasser. (Häckel.)

1. **Ordnung.** ***Gymnomonera.*** Gehen keinen Ruhezustand ein.
   ***Protogenes. Protamoeba. Myxodictyon.***
2. **Ordnung.** ***Lepomonera.*** Gehen in einen Ruhezustand über mit Encystirung, worauf ihr gesammter Körper in Sporen zerfällt.
   ***Protomyxa. Vampyrella.***

### II.

Als etwas höher stehende, die Stufe der Zelle oder Zellengemeinschaften erreichende Organismen reihen sich an die durch Geisseln sich bewegenden Flagellaten. Hauptrepräsentanten: ***Euglena. Noctiluca. Magosphaera.***

### III. Rhizopoda. Wurzelfüsser.

Besitzen mit wenigen Ausnahmen im frei beweglichen und ausgebildeten Zustande ein Scelet, aus welchem oder über welches hervor die veränderlichen Fortsätze des Protoplasma treten. Die

zur Nahrung geeigneten Körperchen werden, wenn sie in Berührung mit den Pseudopodien kommen, von diesen umflossen und entweder gleich ausserhalb des eigentlichen Körpers zersetzt und verdaut, oder in die Schale hineingezogen, um dort dem verdauenden Einflusse des Protoplasma zu unterliegen.

## 1. Unterklasse. *Polythalamia.* (*Foraminifera*).

Besitzen eine gewöhnlich kalkige, selten kieselige, vielkammerige Schale. Die Kammern stehen unter einander in Verbindung. Oft sind die Kammerwandungen von zahlreichen kleinen Oeffnungen durchbohrt, zum Durchlass der Scheinfüsse; daher der Name: Foraminiferen. Kerne wahrscheinlich allgemein vorhanden.

*Globigerina*. *Rotalia*. *Polystomella*. *Textilaria*.

In die Nähe scheint das merkwürdige *Eozoon* aus der laurenzischen Formation Canadas und den entsprechenden Schichten Böhmens und Baierns zu gehören.

## 2. Unterklasse. *Monothalamia.*

Bestehen aus Portoplasma das über den Formenwerth einer einzigen indifferenten Zelle sich nicht erhebt. Mit oder ohne Kern. Einkammerige, meist feste Schale mit einer Hauptaxe.

A. *Monothalamia monostomata*. Schale mit einer Oeffnung.
*Arcella*. *Difflugia*. *Gromia*.

B. *Monothalamia amphistomata*. Schalenmündung an jedem Ende der Hauptaxe. *Diphophrys*.

## 3. Unterklasse. *Heliozoa.* (Die sogenannten Süsswasser-Radiolarien.)

Mehr oder minder kuglig. Einzellig, selten durch Vervielfältigung des Kernes vielzellig. Das Protoplasma gewöhnlich in Mark- und Rindensubstanz (Endo-Ectosark) differenzirt; dort der Kern, hier contractile Bläschen. Dünne fadenförmige Pseudopodien.

A. Ohne Harttheile. *Actinophrys*. *Actinosphaerium*.

B. Mit Scelet. *Acaethocystis*. *Clathrulina*.

## 4. Unterklasse. *Radiolaria.*

Der innere Weichkörper besteht aus einer, von einer festen Membran umschlossenen Kapsel, mit Inhalt von Sarcode, Fett, Zellen, der extracapsulare Weichkörper aus Sarcode, welche durch die Porenkanäle der Kapselmembran aus der Kapsel hervortritt und

worin meist eine grosse Anzahl gelber stärkemehlhaltiger Zellen vorkommen. Fast alle mit einem Kieselscelet. Meerbewohner.

1. Ordnung. *Radiolaria monozoa.* Isolirt lebende Einzelthiere.

I. Familie: *Collida.*

Scelet fehlt oder besteht aus mehreren einzelnen, um die Centralkapsel zerstreuten Stücken.

*Thalassicolla.* Ohne Scelet.

*Physematium.* Sceletstücke tangential um die Centralkapsel.

II. Familie: *Cystida.*

Scelet besteht aus einer einfachen (kugel-, kegel-, korbförmigen u. s. w.) Gitterschale. Die Abtheilung ist reich an fossilen Formen.

III. Familie: *Acanthometrida.*

Mit radialen Stacheln, welche sich im Centrum der Centralkapsel vereinigen, ohne eine Gitterschale zu bilden.

*Acanthometra.*

2. Ordnung. *Radiolaria polyzoa.* Radiolarien mit mehreren Centralkapseln; Thiercolonieen.

*Collozoum.* Scelet fehlt völlig.

*Sphaerozoum.* Einzelne Spicula von einerlei Gestalt liegen tangential um die Centralkapseln.

*Collosphaera.* Jede Centralkapsel ist von einer einfachen Gitterkugel umschlossen.

## IV. Gregarina. V. Acineta.
## VI. Infusoria. Infusionsthiere.

Ch. G. Ehrenberg, Die Infusionsthiere als vollkommene Organismen. Leipzig, 1838.

Claparède et Lachmann, *Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Génève* 1858. 1859.

Fr. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. Leipzig, 1859. 1867.

Everts, Untersuchungen an *Vorticella nebulifera.* Leipzig, 1878 (a. d. Zeitschr. f. w. Zool.).

Simroth, Zur Kenntniss des Bewegungsapparates der Infusionsthiere. Bonn, 1875. (Arch. f. mikr. Anat.).

Bütschli, Conjugation der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXV. 1875.

Engelmann, Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. Morpholog. Jahrb. I. 1876.

Keine allgemein geltende Körperform. Der Körper trägt äusserlich Wimpern oder wimperähnliche Griffel. Ausser den Wimpern sind ihre Bewegungsorgane muskelfaserähnliche Sarcodestreifen. Die das Innere ihres Leibes einnehmende Sarcode fungirt als Verdauungsorgan. Sie besitzen meist eine Mundöffnung. Ein Wassergefässsystem besteht in sich nach aussen öffnenden contractilen Blasen, ohne oder mit gefässartigen Abzweigungen.

I. Familiengruppe. ***Holotricha.***

Die ganze Körperoberfläche ist gleichmässig mit feinen, oft reihenweise stehenden Wimpern besetzt.

*Trachelius. Lacrymaria. Prorodon. Paramaecium.*

II. Familiengruppe. ***Heterotricha.***

Besitzen ausser dem über die ganze Oberfläche sich erstreckenden gleichartigen Wimperkleide eine deutlich entwickelte Zone borsten- oder griffelförmiger adoraler Wimpern.

*Bursaria. Stentor. Spirostomum.*

III. Familiengruppe. ***Hypotricha.***

Rücken- und Bauchfläche scharf geschieden, Bauchseite bewimpert.

*Chilodon. Stylonychia. Oxytricha.*

IV. Familiengruppe. ***Peritricha.***

Körper kreisförmig oder cylindrisch, nur partiell bewimpert. Wimpern entweder in einer adoralen Spirale oder in einem Gürtel.

*Vorticella. Vaginicola. Trichodina.*

---

Hautbedeckungen und Bewegungsorgane. Bei vielen Infusorien wird die Oberfläche von einem structurlosen feinen Häutchen begränzt (*Stentor, Bursaria, Paramaecium, Vorticella* u. a.), welches Aehnlichkeit hat mit einer von einer Zellenschicht abgesonderten Cuticula. Wird diese Cuticularabsonderung stärker und fester, so entstehen Schalen und Panzer (*Coleps*). In den Hautbedeckungen vieler Infusorien finden sich die sogenannten stabförmigen Körperchen, welche wahr-

scheinlich Giftorgane sind. Dafür spricht der Umstand, dass bei manchen Arten (z. B. *Paramaecium*) aus den Stäbchen lange Fäden, den Giftfäden der Cölenteraten vergleichbar, emittirt werden können. Als äussere Bewegungsorgane haben die Acineten wandelbare, mit den Pseudopodien übereinstimmende Fortsätze. Die Wimpern der bewimperten Infusorien sind in grösster Mannichfaltigkeit der Form und Stärke verbreitet. Alle diese Organe vermitteln die Ortsbewegung, wogegen die Formveränderungen des Körpers von der Anwesenheit eines Analogons der Muskeln, der geformten Sarcode abhängig sind. Diese Sarcodefasern oder Streifen verlaufen parallel mit einander oft in der ganzen Länge des Thieres, gewöhnlich in Spiralen. Erhabene Rippen, in denen bei einzelnen Arten Pigment (*Stentor coeruleus*) oder Chlorophyll (*Spirostomum ambiguum*) enthalten ist, werden getrennt durch farblose Furchen oder Thäler. Diese letzteren Streifen sind die contractilen Elemente, nicht, wie man früher annahm, die Rippen, deren mit den quergestreiften Muskelfasern verglichenes Aussehn von der passiven Runzelung der Cuticula herrührt. Das starke Hervortreten der Rippen während der Zusammenziehung scheint dadurch verursacht zu werden, dass nicht contractiles, die contractilen Streifen verbindendes Protoplasma hervorgepresst wird. Die feineren Körperwimpern stehn in den Furchen und ihre Bewegung und Richtung ist von den contractilen Streifen abhängig. Die grösseren, mit besonderen Cuticularscheiden versehenen Wimpern der Heterotrichen scheinen je von besonderen muskelähnlichen Streifen bewegt zu werden. Alle Infusorien, deren Körper bedeutender allgemeiner Contractionen fähig ist, besitzen in der Körperrinde die eben

beschriebene Streifenschicht, besonders schön z. B. *Stentor*, *Trachelius*, *Ophryocerca*, *Lacrymaria*, *Spirostomum*. Bei *Oxytricha*, *Stylonychia* und vielen anderen, deren Körper wenig oder nicht seine Gestalt ändert, tritt in eben dem Masse die Faserung der Sarcode zurück, und nimmt dieselbe in der Rindenschicht eine dickmembranartige Beschaffenheit an.

Ernährungsorgane. Alle bewimperten Infusorien, mit Ausnahme einiger im Darmcanale verschiedener Thiere parasitisch lebender Arten, besitzen an bestimmter Stelle eine Mundöffnung und eine Afteröffnung. Die Mundöffnung pflegt durch eine besondere Bewimperung ausgezeichnet zu sein, ist gewöhnlich trichterförmig und führt in einen Schlund, welcher in der Regel mit ziemlich festen Wandungen versehen ist. Letztere sind oft durch Sarcodefasern contractil und enthalten mitunter eine Art von Zahngerüst in Gestalt einer Fischreuse. Hinter dem Schlunde hört der dem *Tractus alimentarius* der höheren Thiere zu vergleichende Apparat auf. Nur bei den Vorticellen, am deutlichsten bei *Epistylis flavicans*, setzt sich der Schlundtrichter in einen längeren, in die verdauende Leibeshöhle mündenden Canal fort. Die Nahrungsballen beschreiben zwar, wie man am leichtesten bei *Paramaecium* sieht, einen mehr oder weniger bestimmten Weg, derselbe hängt aber nicht ab von einem mit besonderen Wandungen versehenen Darmcanale, sondern von den Contractionen der den Binnenraum oder, wenn man will, die Leibeshöhle ausfüllenden Sarcode, die bei vielen Species geradezu sammt der umhüllten Nahrung in eine kreisende Bewegung geräth. Die vollständigste Homologie mit der verdauenden Sarcode der Protozoen bietet *Trachelius ovum*, in dessen Leibeshöhle

ein veränderliches, fliessendes Sarcodenetz die Nahrung durch den Mund und Schlund empfängt. Dieses Netz, zwischen dessen Maschen eine wässerige Flüssigkeit, geht in der ganzen Peripherie über in eine Schichte ungeformter Sarcode, auf welche nach aussen die contractile Streifenschicht folgt. Beide zusammen bilden die Rindenschicht der Autoren.

Die Analöffnung ist nur im Moment der Entleerung sichtbar.

In der Rindenschicht des Körpers liegen ein oder mehrere, selten (*Trachelius ovum*) viele contractile Organe, welche entweder kugelig sind oder gefässartige Ausläufer haben. Sie münden mit einem äusserst feinen, kurzen Kanale nach aussen. Die Oeffnung soll nach neueren Beobachtungen nur im Momente der Entleerung durch Berstung entstehen und jedes Mal wieder durch die Protoplasmamasse verklebt werden. Obgleich die Blasen bei jeder Art ihre bestimmte Stelle und Gestalt haben und ihre Thätigkeit immer denselben Verlauf nimmt, so stimmen doch gleichfalls alle neueren Beobachter überein, dass sie blosse wandungslose Vacuolen seien. Ihre Contractionen scheinen auf der Erregbarkeit der contractilen Substanz durch den Sauerstoff zu beruhen. Auch meint man fast allgemein, dass durch sie das durch den Mund eingenommene Wasser aus dem Körper entleert wird. Durch dasselbe wird der, ausserdem durch die Haut vermittelte Athmungsprocess unterhalten. Am leichtesten ist das Organ an *Bursaria leucas* und *Paramaecium* zu sehen.

Die Fortpflanzung geschieht durch Theilung, Knospung und vielleicht in einzelnen Fällen durch innere Keime (Schwärmer). Die Theilung ist meist, zu-

mal bei den Oxytrichinen, ein sehr complicirter Vorgang. Sie kann nach der Länge oder nach der Quere geschehen. In jenem Falle geht ihr eine Verbreiterung, in diesem eine Streckung des Thieres voran; es werden theils vom Mutterthiere ganze Organe in die Theilsprösslinge aufgenommen, theils müssen äussere und innere Organe (z. B. Mund, contractile Blasen) neu angelegt werden. Daher eben gelöste Theilsprösslinge beträchtliche Veränderungen durchmachen müssen, bevor sie dem Stammthier gleichen.

Auch bei der Theilung der Vorticella nebulifera stellt das Thier mit dem Verschwinden des Wimperapparates die Nahrungsaufnahme ein und theilt sich der Nucleus. Das eine der Theilindividuen bleibt auf dem Stiel; das andere, tonnenförmig mit hinterem Wimperkranz, löst sich als Knospe ab und nimmt zunächst die Form der *Trichodina grandinella Ehbg.* an. Auf diesem Stadium pflanzt sich die Generation abermals durch Theilung fort. Diese Individuen heften sich endlich fest, verlieren den hinteren Wimperkranz und wachsen unter Hervortreibung des Stieles aus.

Ein paar Jahrzehnte hindurch glaubte man aus den Beobachtungen schliessen zu dürfen, dass bei vielen Infusorien (namentlich *Paramaecium*, *Stylonychia*, *Stentor*, *Vorticella*) eine innere Keimbildung stattfände, immer unter Betheiligung des sogenannten Nucleus. Dabei wurde dieser Nucleus auch für einen Eierstock, der mit ihm verbundene kleinere kernartige Körper, der Nucleolus aber für ein Samenorgan gehalten, und es knüpfte sich daran die Anschauung von der hermaphroditischen Geschlechtlichkeit der Infusorien. Dass die vermeintlichen Embryonen und Schwärmer nichts als von aussen

eingedrungene Parasiten sind, dürfte nach den Beobachtungen von Bütschli und Engelmann ausgemacht sein. Nach dem ersteren, im Anschluss an die merkwürdigen, sich häufenden Aufklärungen über Zelltheilung, hätten die Nucleoli der Infusorien die Bedeutung von Kernen, nach E. sollen erst Nucleus mit Nucleolus homolog dem gewöhnlichen Zellkern sein und mit der Differenzirung des bei manchen Gattungen einfachen Nucleus in Nucleus und Nucleolus eine Art von einfachstem Hermaphroditismus hergestellt werden.

Die Theilung der Nucleoli und die damit verbundene Ablösung oder Neubildung von Nucleustücken wird in der Regel durch eine Conjugation zweier Individuen eingeleitet. Dieselbe ist bei den Euplotinen und Oxytrichenen so innig, dass eine totale Reorganisation der Körper stattfindet. Ueberhaupt „leitet die Conjugation der Infusorien zu einem eigenthümlichen Entwicklungsprocess den conjugirten Individuen, die man als Reorganisation bezeichnen kann“ (E.), oder, was dasselbe besagt: „das Wesen der Conjugation dürfte zu suchen sein in der gänzlichen oder theilweisen Entfernung des alten und der Hervorbringung eines neuen Nucleus“ (B.).

Die neuerdings wieder in den Vordergrund getretene Frage nach der Ein- oder Vielzelligkeit der Infusorien hängt von der definitiven Erledigung dieser Frage ab.

---

# II. Coelenterata.

## I. Spongiae oder Porifera. Schwämme[1]).

O. Schmidt, die Spongien des adriatischen Meeres. Leipzig, 1862. Drei Supplemente 1864—1868.

O. Schmidt, Grundzüge einer Spongienfauna des atlantischen Gebietes. Leipzig, 1870.

Haeckel, Monographie der Kalkschwämme. Berlin, 1872.

Marschal, Ueber Hexactinelliden. Z. f. w. Zool. XXV. Suppl.

Dazu die Untersuchungen über Entwicklung von Metschnikoff, Schmidt und F. E. Schulze in Z. f. w. Zool. XXIV. und XXV. Suppl.

Der Körper besteht aus Protoplasma, welches oft die Form von elastischen oder sogar contractilen Membranen und von einfachen oder verzweigten Fäden annehmen kann, dabei die verschiedenartigsten Stadien der Festigkeit zeigt und kieselige oder kalkige Skelettheile absondert; ferner aus zelligen Elementen, welche auch bei der Bildung der Skelettheile betheiligt sein können. Fundamental wichtig ist das Wassergefässsystem, darin bestehend, dass durch die veränderlichen Sarcodemaschen der Oberfläche Wasser in ein inneres, mit Wimperorganen versehenes Höhlensystem eintritt, um schliesslich durch grössere Austrittsöffnungen (*oscula*) den

---

1) Ich halte den Platz der Spongien bei den Coelenteraten so lange für einen unsichern, bis es erwiesen ist, dass sie Spermatozoen bilden, d. h. wirklich auf geschlechtlichem Wege sich fortpflanzen. In zweiter Linie steht die Frage nach ihren Larvenformen, ob Gastrula oder nicht, und welche Spongien diese Entwicklungsform besitzen.

Körper zu verlassen. Schwämme mit einem Osculum sind Individuen, die übrigen Thierstöcke.

1. **Ordnung.** *Hexactinellidae.* Schwämme mit zusammenhängendem oder aus einzelnen Nadeln bestehendem Kieselskelet, dessen Grundform die Axengestalt des hexaedrischen Krystallsystemes ist, drei gleich lange, sich unter rechten Winkeln schneidende Axen.

   Die fossilen *Ventriculitidae. Farrea. Hyalonema. Euplectella. Holtenia.*

2. **Ordnung.** *Ancorinellidae.* Die vorherrschenden Nadeln sind dreizähnige Anker, Kieselformen, welche sich innerhalb des Typus einer dreikantigen, langgezogenen Pyramide bewegen. Diese Schwämme scheinen hervorgegangen zu sein aus den jetzt nur noch sparsam vertretenen Lithistiden mit unregelmässigem continuirlichem Kieselgeflecht und würden durch diese mit den fossilen Vermiculaten zusammenhängen.

   *Pachastrella. Tetilla. Ancorina. Geodia. Caminus.*

3. **Ordnung.** *Halichondriadae.* Alle Schwämme ohne harte Skelettheile oder mit Kieseltheilen, welche aus einer linearen Grundform ableitbar sind. Daneben kommen aber, wie bei der 2. Ordnung, auch vielaxige Kieselsterne vor.

   *Halisarcinae. Ceraospongiae* (Badeschwamm). *Renierinae. Suberitidinae. Desmacidinae. Spongillidae* (Süsswasserschwämme). Letztere scheinen von den Renieren sich abgezweigt zu haben.

4. **Ordnung.** *Calcispongiae.* Kalkschwämme. Schwämme mit einem aus kohlensaurem Kalk und organischer Grundlage bestehenden Skelet, darin einfache Nadeln, drei und vierstrahlige Sterne.

   *Ascones. Leucones. Sycones.*

---

Ueber den Organismus der Spongien orientirt man sich am besten an solchen Arten, welche in Einzelindividuen (Personen) vorkommen, also nur ein Osculum und seine Umgebung aufweisen (z. B. Sycon. Caminus).

Die ganze Körperoberfläche des Schwammes pflegt von einem veränderlichen Protoplasmanetze überzogen zu sein, durch dessen Maschen oder Poren fortwährend

Wasser in das Innere treten kann. Dieses Netz verschmilzt stellenweise zu mehr oder minder festen Membranen und steht im Zusammenhange mit einem, das Innere durchsetzenden Parenchym, welches theils, weich und flüssig bleibend, die Ernährung besorgt, theils in allen möglichen Graden der Consistenz und in Gestalt von Zügen und Netzen den übrigen Weichtheilen als Gestell und Gerüst dient. So geht denn unmittelbar aus der formlosen Masse auch jenes Skeletgebilde hervor, welches die Hornschwämme charakterisirt.

Sieht man von den seltneren Fällen ab, wo Zellen des Schwammkörpers verkieseln, so gehört die Erzeugung der so charackteristischen Kiesel- oder Kalkkörperchen, welche (besonders die ersteren) sich in den zartesten und leicht zerreisslichen, wie in den festesten Hornfasern finden, diesen formlosen oder unter der Gestalt von Fasern erscheinenden Theilen an. Alle diese Hartheile haben eine organische Grundlage, als welche namentlich in den Kieselnadeln der Centralfaden sich bemerklich macht.

In manchen Gattungen verschiedener Abtheilungen (*Tethya*) verdickt sich die Aussenschicht zu einer Rinde, in welcher faserförmige, contractile (Muskel-) Elemente enthalten sind. Die Genesis dieser Fasern ist noch unklar.

Bei *Sycon raphanus* ist statt der oberflächlichen Protoplasmaschicht eine Zellenlage nachgewiesen (Schulze).

Die Poren der Oberfläche sind die Anfänge eines Wassergefässsystems, welches unterhalb der veränderlichen Hohlräume der Aussenschicht aus eigenartigen Kanälen besteht. Dieselben sind mit einem Flimmerepithelium ausgekleidet, sind bei manchen höheren For-

men, besonders der Kalkschwämme regelmässig strahlenförmig und ohne sich zu verzweigen gelagert, verzweigen sich aber meist unregelmässig und münden im ersten Falle in eine grosse centrale Höhle, im andern durch mehrere Sammelkanäle in der Nähe des Osculums. Nicht selten aber (*Holtenia Pourtalesii. Ute utriculus*) geht mit dem Osculum eine Rückbildung vor sich: es obliterirt, und an seine Stelle tritt ein Porenbezirk, welcher sich morphologisch nicht von den Einlasssporen unterscheidet.

Die meisten Spongien wachsen über die Gränzen eines Individuums hinaus und bilden Knospen und damit Stöcke. Ob auch eine geschlechtliche Fortpflanzung stattfindet, ist sehr zweifelhaft, indem Samenkörperchen nicht mit Sicherheit nachgewiesen sind. Dagegen findet eine Vermehrung durch Keimzellen statt, welche bei den Kalkschwämmen wenigstens sich als isolirte Zellen des Flimmerepitheliums der Kanäle erweisen. Die Entwicklung beginnt mit einer dem Furchungsprocesse gleichenden Zellenvermehrung.

Bei den Halisarken, den Horn- und Kieselschwämmen entsteht eine allseitig mit einer Schicht Geisselzellen bedeckte Larve, in deren Innerem bei den Kieselschwämmen die Hartheile in Zellen auftreten. Die äussere Zellenschicht verschmilzt zur protoplasmatischen Aussenschicht (*Syncytium* Haeckel), und nach dem Festsetzen und dem Erscheinen des Höhlensystems bricht das erste Osculum durch.

Bei den Kalkschwämmen wird in der Mehrzahl der bisher beobachteten Fälle (*Sycon*) durch frühzeitig beginnende ungleichmässige Furchung der Keim- (vielleicht wahren Ei-)zelle ein aus zwei ungleichen Theilen

bestehende Larve (*Amphiblastula* Haeckel) gebildet. Nur die eine Hälfte besteht aus langgestreckten Geisselzellen. Anders bei *Ascetta clathrus*, deren Larve eine allseitig von einer Geisselzellenschicht umschlossene Blase ist. In wie fern sich diese Larven zu einer Gastrula, derjenigen der ächten Coelenteraten entsprechend, umbilden, ist noch nicht endgültig entschieden.

---

Milne-Edwards et J. Haime, *Histoire naturelle des Coralliaires*. Paris, 1855—61.
Lacaze Duthiers, *Histoire naturelle du Corail*. Paris, 1864.
Kleinenberg, Hydra. Leipzig, 1872.
F. E. Schulze, *Cordylophora lacustris*. Leipzig, 1871.
Semper, Ueber Generationswechsel bei Steincorallen. Z. f. w. Zool. 1872. XXII.
Lacaze Duthiers, *Developpement des coralliaires*. Arch. d. Z. exp. I. 1872. II. 1873.
Kölliker, Die Siphonophoren oder Schwimmpolypen von Messina. Leipzig, 1853.
Haeckel, Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren. Utrecht, 1869.
Metschnikoff, Ueber Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Z. f. w. Zool. XXIV. 1874.
Gegenbaur, Versuch eines Systems der Medusen. Zeitschr. f. w. Zool. VIII. 1856.
Agassiz, *Contributions to the Natural History of North America*. Vol. 3. 4. 1860. 1862.
Al. Agassiz, *North american Acalephae*. Cambridge, 1865.
Haeckel, Die Familie der Rüsselquallen. Beitr. z. Naturgesch. d. Hydromedusen. 1865.
Kowalewsky, Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen. Petersb. Acad. 1866.
Gegenbaur, Studien über Organisation und Systematik der Ctenophoren (Archiv f. Naturgesch. 1856).

## Systematische Uebersicht über die Cölenteraten.

Die äusseren und inneren Organe sind in der Vierzahl, seltener Sechszahl vorhanden oder in einem Multiplum von Vier wie-

derholt und nicht hintereinander, sondern im Kreis neben einander gestellt. Antimeren oder Gegenstücke. Sie besitzen einen mit centraler Mundöffnung versehenen Vordauungsapparat, welcher direct mit einem eigenthümlichen Höhlenapparat des Körpers in Verbindung steht. (Gastrovascularsystem.) Nesselorgane.

## I. Polypi. Polypen. Blumenthiere.

Festsitzende, selten sich frei bewegende Cölenteraten. Der Mund führt in einen in die Leibeshöhle hineinragenden und sich in dieselbe öffnenden Magensack und ist umgeben von Fühlern. Diese communiciren gewöhnlich mit der, durch radiäre Scheidewände in einzelne Taschen getheilten Leibeshöhle.

A. *Polycyclia.* Vielkreisige. Die Zahl der Tentakeln und Kammern nimmt mit dem Alter zu, so dass zwei und mehr Cyclen entstehen.

1. **Ordnung.** *Sclerodermata.* Harthäuter. Das durch Verkalkung der Körperwände und Scheidewände gebildete Skelet ist ein rings geschlossenes Kelchgerüst.
   *Caryophyllia. Oculina. Amphihelia. Maeandrina. Astraea. Fungia.*
   *Madrepora. Porites.*
2. **Ordnung.** *Malacodermata.* Weichhäuter. Keine Kalkablagerungen.
   *Palythoa. Actinia.*

B. *Monocyclia.* Einkreisige. Die Zahl der Tentakeln und Kammern vermehrt sich im Alter nicht, sie bilden nur einen Kreis.

3. **Ordnung.** *Octactina.* Achtstrahler. Tentakeln und Kammern acht; jene kurz, breit und fiedertheilig.
   *Sympodium. Alcyonium.*
   *Tubipora.*
   *Veretillum. Pennatula.*
   *Corallium. Isis. Gorgonia.*
4. **Ordnung.** *Hexactina.* Sechsstrahler. Nur sechs Tentakeln und Kammern; jene breit, kurz und nicht gefiedert.
   *Antipathes.*

## II. Medusae. Quallen.

Eine lange Reihe von Formen in sehr verschiedenem Grade der Ausbildung, aber durch die Entwicklung eng verbunden. Sie beginnt mit festsitzenden polypenähnlichen Wesen mit einfachen,

sich nicht ablösenden Geschlechtsorganen oder Geschlechtsknospen, aus denen allmälig in den höheren Gattungen, ohne oder mit Verlust der die Genealogie bekundenden polypenförmigen Entwicklungsstufen, freie, scheiben- oder glockenförmige Thiere (Medusen) hervorgegangen sind[1]).

***Hydra.*** Süsswasserpolyp. Bildet abfallende Knospen und periodisch Eier und Samen in kapselartigen Vorsprüngen. Aus den Eiern geht wieder die Mutterform hervor. ***Hydractinia.***

***Campanularia dichotoma.*** Vielverzweigter Stock mit chitinöser Aussenscheide. In becherförmigen Individuen entstehen, nach den Stöcken getrennt, Eikapseln oder Samenkapseln, welche beim Hervortreten zur Zeit der Reife der Geschlechtsprodukte mit Tentakeln versehen sind. Sie gehen, wenn Eier oder Samen abgegeben sind, ohne Weiterentwicklung zu Grunde. Bei der sogenannten ***Campanularia gelatinosa*** entwickeln sich jene Halb-Medusen zu frei schwimmenden Medusen. Dieselbe Entwicklung zeigen u. a. die Medusen ***Sarsia*** und ***Bougainvillia.*** Alle hierher gehörigen bilden die Abtheilungen ***Tubulariae***, ***Campanulariae*** und ***Sertulariae*** oder ***Hydriformia Autt.*** Auch die sonst zu den Polypen gerechneten Milleporiden sind hier einzubeziehen, mit ihnen vielleicht auch ***Pocillopora***, ***Seriatopora*** u. a. (Bodencorallen. ***Tabulata***).

Diesen festsitzenden Formen läuft eine andere grosse Ordnung schwimmender Stöcke parallel, die ***Siphonophorae*** oder Schwimmpolypen. Sie bestehen aus einem gemeinschaftlichen, blasen-, röhren- oder scheibenförmigen Theil und daran sitzenden individuenähnlichen Organen (oder organähnlichen Individuen), welche als Saugröhren, Taster, Schwimmglocken, Geschlechtskapseln beschrieben werden. Erst ein Complex solcher Organe oder unvollkommen ausgestatteter Individuen ist das physiologische Aequivalent eines vollständigen Individuum. Polymorphismus.

***Diphyes. Hippopodius.***

---

1) Es ist geradezu unmöglich, in Vorlesungen von so geringer Ausdehnung, wie die gewöhnlichen Universitätscurse sie gestatten, eine wirkliche systematische Uebersicht über die Quallen zu begründen, zumal in dieser Systematik die allergrösste Unbestimmtheit herrscht, (vergl. Huxley, Agassiz, Haeckel, Gegenbaur). Dagegen ist es leicht, an einigen zweckmässig gewählten Beispielen die allmälige Complication und das Verhältniss der höheren Zustände zu den niederen — wahrscheinlich ein Abbild der historischen Entwicklung — zu zeigen.

*Physophora. Crystallodes.*
*Physalia.*
*Velella. Porpita.*

Auch bei mehreren dieser Gattungen, z. B. *Velella*, kommt es zur Bildung sich ablösender Medusen.

Bei den übrigen Medusen, welche man entweder als *Discophorae*, Scheibenquallen, zusammenfassen oder mit Haeckel in *Trachymedusae*, Starrquallen, und *Discomedusae*, Scheibenquallen i. e. S. zerfällen kann, ist die Entwicklung fast durchgängig abgekürzt, d. h. die Verwandlung der Larven ist eine directe. Sie ist bei mehreren Discomedusen noch vorhanden, die jedoch im Uebrigen sich als höher entwickelt zeigen.

*Geryonia. Cunina. Lucernaria. Aurelia. Rhizostoma.*

### III. Ctenophora. Rippenquallen.

Die Rippenquallen haben einen kugeligen oder ovalen, contractilen Körper, welcher sich durch kammförmig angeordnete Flimmerorgane auf rippenartigen, zwischen den beiden Körperpolen verlaufenden Vorsprüngen fortbewegt. In der Richtung der Längsaxe ist eine verdauende Höhle, die von ihrem Grunde in ein, sich gewöhnlich am andern Pole öffnendes und radiär verlaufendes Canalsystem sich fortsetzt.

*Beroe. Eucharis. Cestum.*

Körperbedeckungen, Stütz- und Bewegungsorgane. An den Körperwandungen der Cölenteraten hat man in jedem Falle eine äussere Zellenschicht (Ectoderm) und eine innere, das gesammte Gastrovascularsystem auskleidende Schicht (Entoderm) zu unterscheiden. In der Regel sind zwischen beiden noch zu beobachten die von dem Ectoderm stammende Stützlamelle, als deren Homologon die Scheibengallertmasse der Quallen auftritt, und die Muskellage, an der beide primäre Zellenschichten sich betheiligen können. In eigenthümlichen Zellen des Ectoderms, vielfach auch in solchen des Entoderms, entstehen die Nesselorgane. Sie bestehen gewöhnlich aus einem elliptischen Bläschen, welches eine klare Flüssigkeit und einen

hohlen, spiralig eingerollten Faden enthält. Letzterer wird durch den Druck der Flüssigkeit umgestülpt, und zieht, indem er an dem fremden Körper haftet, das Bläschen nach sich. Die auf diese Weise in unzählbaren Mengen verbrauchten Nesselkapseln ersetzen sich rasch, besonders an den Tentakeln. Am complicirtesten sind die Nessel- und Fangapparate der Siphonophoren.

Die der Mittelschicht angehörigen Hartgebilde der Polypen — *polyparium* — sind nach Zusammensetzung, Ausdehnung und Form höchst verschiedenartig. Bei den Achtstrahlern tritt entweder blos eine Chitinisirung (Verhornung) des Hintertheiles der Individuen und des gemeinschaftlichen, die Individuen verbindenden Stockgewebes (*Cönenchym*) ein, und es entstehen mehr oder weniger biegsame Axen (*Gorgonia*, *Antipathes*), oder es werden Kalkkörperchen von charakteristischer Form abgelagert oder das Polyparium besteht aus Hornsubstanz und eingelagerten Kalkkörpern. So ist das Skelet von *Alcyonium* auf isolirte, sich nicht zu einem Stock verbindende Kalkspicula beschränkt, während in *Corallium* im Hinterende der Individuen und im Cönenchym dieselben Körperchen sich zur starren baumförmigen Axe verbinden.

Für den dritten Fall dieser Skeletbildung geben *Pennatula* und Verwandte Beispiele. Bei den vielkreisigen Polypen findet ein allmälig um sich greifender Verkalkungsprocess statt, der vom Hintertheile, dem Fussblatt, auszugehen pflegt und sich auf dieses und die verticalen Scheidewände beschränkt (*Fungia*), oder auch die Seitenwandungen trifft. In der verschiedenen Ausdehnung dieser Verkalkung in Verbindung mit der Stellung der Knospen und der Ausdehnung des Cönenchyms, endlich

der geringeren oder grösseren Dichtigkeit des Kalkgewebes liegen die Bedingungen des so vielfach wechselnden Habitus der Korallenstöcke, denen sich diejenigen der Milleporiden anreihen. Im Verlauf des Wachsthums stirbt bei den meisten Polypen das Hintertheil oder der Fusstheil unter vorgeschrittener Verkalkung ab.

Die einst von Milne-Edwards vorgetragene Theorie, wonach die Vermehrung der Scheidewände des einfachen Polypenstockes nach Zahl und Aufeinanderfolge der Kreise und System in durchaus regelmässiger Weise vor sich gehn, sollte hat sich als hinfällig erwiesen (Semper. Lacaze-Duthiers). Es fallen oft einzelne der zu erwartenden Septa aus, und das Wachsthum der gleichzeitig auftretenden Septa ist nichts weniger als gleichmässig, sondern ein Cyclus gleich langer, überhaupt schliesslich gleich entwickelter Septa kann in seinen einzelnen Theilen den verschiedensten Zeiten des Wachsthums des Individuums angehören. Am sichersten bisher bei den Actinien, Turbinolien, Eupsamiden und Fungiden beobachtet.

Die Muskulatur ist bei den Polypen vorzugsweise um den Mundpol entwickelt, wo zahlreiche Fasern als Constrictoren des Mundes und Zurückzieher der Fühler wirken. Einen stärker entfalteten Hautmuskelschlauch besitzen die Actinien.

Die Medusen contrahiren ihren grösstentheils aus einem Bindegewebe bestehenden Schirm durch Ring- und Radial-Fasern. Velum der niedrigen, Subumbrella der höheren Medusen, daher die Eintheilung in solche mit und ohne Velum, Craspedota und Acraspeda.

Empfindungsorgane. Bei mehreren Medusen, namentlich *Geryonia* ist das Nervensystem in Gestalt eines im Umkreise des Schirmes liegenden und mit An-

schwellungen versehenen Ringes aufgefunden. Bei einer grossen Anzahl von Cölenteraten scheinen aber statt eines specifischen Nervensystemes Uebergangsorgane zu functioniren. Als solche, als Neuromuskelzellen hat zuerst Kleinenberg die Ectodermzellen der Hydra bezeichnet. Im Körper der Beroe zerstreut, besonders aber in einer oberflächlicheren Schicht liegen die Neuromuskelfasern (Eimer). Specifische Sinnesorgane sind wohl die sogenannten Randbläschen und Randkörper der Medusen, an und in dem Scheibenrande. Die ersteren sind geschlossene Kapseln mit Kalkconcrementen und liegen auf dem Nervenring. Sie kommen besonders bei den Medusen mit polypenförmigen Entwicklungszuständen und mit Velum versehen vor und dürften Gehörorgane sein. Bei manchen dieser niederen Medusen (z. B. bei der Kriechqualle) finden sich einfache, aus Linse und Pigment bestehende Augen an der Basis der Tentakeln, und bei den höheren Medusen sind die Randkörperchen entweder als eine Weiterentwicklung jener Randbläschen zu betrachten, oder es ist in ihnen das Randbläschen mit Gesichtsorganen combinirt.

Gastrovascularsystem. Die Cölenteraten sind charakterisirt durch die eigenthümliche Combination der Verdauungs-, Circulations- und Athmungsvorrichtungen.

Die Polypen haben einen sackartigen Magen, der nur am oberen Ende ringsum mit den Körperwandungen unmittelbar zusammenhängt, an die Seitenwandungen aber durch Radialfalten befestigt ist, so dass um ihn herum eine Höhle entsteht, in welche sich das untere Magenende öffnet.

Auch die meisten Quallen haben einen centralen Magen, häufig mit strahligen Aussackungen oder kanalartigen Fortsätzen. Diess gilt von den Medusen und Rippenquallen. Bei den Röhrenquallen aber sind die sogenannten Saugröhren als diejenigen Individuen aufzufassen, welche in ihre einfache Höhlung die Nahrung für sich und zum Besten der mit den übrigen Functionen betrauten Individuen des Stockes aufnehmen.

Mit diesem eigentlichen Verdauungsapparat sind nun die Circulations- und Athmungsvorrichtungen in folgender Weise verbunden.

In keiner Klasse scheinen besondere Blutgefässe zu existiren. Auch wird die richtige physiologische Würdigung der auf die Blut- oder Chylus-Circulation sich beziehenden Verhältnisse noch dadurch erschwert, dass dieselbe Flüssigkeit, welche offenbar als Chylus zu deuten, immer zugleich der Art mit Wasser vom Magen aus verdünnt wird, dass man, nach der Analogie mit anderen Thieren, nicht Chylus, sondern zur Athmung zu verwendendes Wasser vor sich zu haben glaubt.

Man wird das Richtige treffen, wenn man von solcher Analogie absieht. In den Räumen, wohin das Blut gelangt, wie es von den Magenwänden ausgeschieden wird, geht zugleich die Respiration vor sich, wozu die Luft jenes theils willkürlich, theils unwillkürlich mit aufgenommenen Wassers verwendet wird. Es sind also weder besondere Circulations- noch Athmungs-Organe, da beide Functionen unscheidbar in einander übergehen. Dabei sind aber folgende Modalitäten zu bemerken.

Die in die Leibeshöhle der Polypen durch die Magenwände ausschwitzende Chylusflüssigkeit wird durch das Wasser willkürlich mehr oder weniger verdünnt, wel-

ches durch die Oeffnung im Magengrunde Einlass findet. Die Flüssigkeit wird durch Flimmerorgane in Bewegung gesetzt und längs der Körperwände bis in die Spitzen der hohlen Fühler umgetrieben. Bei den Polypencolonieen, wo die einzelnen Polypenleiber mit dem Stocke communiciren, setzen sich diese Strömungen von einem Individuum zum anderen durch den ganzen Stock fort. Es ist dadurch auch die Ernährung und das Wachsthum derjenigen Theile des Stockes ermöglicht, welche von den Individuen weit entfernt sind (z. B. Wurzeln und Stiel der Rindencorallen).

Bei den Schwimmpolypen oder Röhrenquallen „geht das Verdaute wahrscheinlich zugleich mit gewissen Mengen von Seewasser aus den Polypen (Fressindividuen Leuckart, Saugröhren der früheren Autoren) durch ihre hohlen Stiele in den ebenfalls hohlen Polypenstamm (Reproductionscanal) über. In diesem bewegt sich der Nahrungssaft mit Ausnahme der Diphyiden, wo in grösserer oder geringerer Ausdehnung ein Flimmerepithelium sich findet, nie durch Flimmerbewegung, sondern durch die Contractionen der sehr musculösen Wände des Stammes unregelmässig hin und her, und gelangt aus demselben“ auch in die Höhlung der übrigen Organe, deren einige (Schwimmglocken, medusenförmige Geschlechtsorgane) auch mit Gefässen zur Aufnahme jenes Saftes versehen sind.

Nur bei den Velelliden gelangt der Nahrungssaft in ein netzförmiges, zusammenhängendes Kanalsystem, welches sich durch den ganzen (der Kolonie gemeinsamen) Körper verzweigt. Die Bedeutung desselben ist aber keine andere, als die des Reproductionskanales mit den davon ausgehenden Höhlungen.

Bei den Scheibenquallen und Rippenquallen finden wir ein vom Magen ausgehendes System blindsackartiger Anhänge oder radiärer Kanäle, in Verbindung mit Ringgefässen.

Bei den Scheibenquallen tritt das mit Chylus vermischte Wasser unmittelbar aus dem Magen oder dessen Blindsäcken in die radiären Kanäle, und diese verlaufen, einfach oder sich theilend, nach dem Scheibenrande und münden dort in ein Ringgefäss ein. Während bei den Schwimmpolypen und den Polypen der unbrauchbar gewordene Theil der Flüssigkeit durch den Mund wieder ausgeschieden wird, ist zu diesem Zwecke das Ringgefäss der Scheibenquallen mit mehreren Oeffnungen (After) versehen. Die Zahl der Radialgefässe ist sehr variabel. *Medusa aurita* z. B. hat 8 einfache und eben so viele mit gabelförmigen Seitenzweigen; bei *Aequorea* zählt man 74.

Bei den Rippenquallen ist hinter dem Magen eine der Leibeshöhle der Polypen entsprechende trichterförmige Höhle, von welcher mehrere Kanäle für die Arme, Magenwände und Rippen entspringen. Die Rippenkanäle münden in ein den Mund umgebendes Ringgefäss. In diesem sind keine Oeffnungen, wohl aber führen zwei aus dem Trichter nach dem Hinterende verlaufende Röhren nach aussen.

Da die genannten Höhlungen (Magen, Radialblindsäcke, Radialgefässe, Nährcanäle u. s. w.) in allen Abtheilungen aus der primitiven Gastrulahöhle hervorgehn und vom Entoderm begränzt bleiben, so sind sie in ihrer Gesammtheit morphologisch dem Darmkanal homolog, nicht dem Darmkanal und einer Leibeshöhle. Letztere ist im Allgemeinen nicht vorhanden. Ihr entspricht

die Höhlung der Larve zwischen Ento- und Ectoderm, die mitunter in geringer Ausdehnung bestehen bleibt und bei den Schirm- und Kammquallen mit gallertiger Bindegewebs-Masse ausgefüllt wird.

Fortpflanzungsorgane. Alle Polypen können sich wenigstens periodisch durch Eier und Samen fortpflanzen. Regel ist die Trennung der Geschlechter nach Individuen, gewöhnlich auch nach den Stöcken, also Diöcismus. Doch kommen, wie bei *Corallium rubrum*, zwischenunter auch hermaphroditische Individuen vor. Sie ermangeln eigentlicher Geschlechtsdrüsen, vielmehr entwickeln sich Eier oder Samen in oder an den Rändern jener, die Leibeshöhle theilenden Scheidewände. Die Entleerung der Geschlechtsprodukte findet durch den Magen und Mund statt.

Mit den Geschlechtsverhältnissen der Medusen, inclusive der es nie zur freien Medusenform bringenden polypenartigen Wesen, der *Hydriformia*, haben wir uns schon oben vorläufig bekannt gemacht. Sie zeigen also den successiven Uebergang des Geschlechtsorganes in das Geschlechtsthier, und zwar sind die Siphonophoren monöcisch (mit einzelnen Ausnahmen, wie *Diphyes quadrivalvis*), die übrigen diöcisch (mit Ausnahme von *Hydra*). Eine viel vorkommende Stufe des männlichen Organes, wobei die Annäherung an die Entwicklung zum Individuum oder zur Person schon deutlich ausgesprochen ist, besteht aus einer unten offenen glockenförmigen Kapsel mit vier radiären Gefässen, einem Ringkanal und einem contractilen Saum, ferner aus einem darin befindlichen Schlauche, dem Samensacke, mit einem inneren, Nahrungssaft enthaltenden Raume.

Ganz ähnlich ist das weibliche Organ gebaut, und es finden sich diese Theile bald einzeln, bald in grösserer Anzahl, und dann meist traubenförmig vereinigt.

Aus der Homologie der Quallen mit den Geschlechtsgemmen der niedrigen, auf der Polypenform verharrenden *Hydriformia* geht hervor, dass die freien Quallen und Scheibenquallen getrennten Geschlechtes sind und dass die Keimstoffe sich entweder in den Wandungen des Gastrovascularsystems oder in Aussackungen desselben entwickeln, von wo sie entweder durch Berstung des Gewebes oder durch den Mund nach aussen gelangen. Bei manchen höheren Medusen (*Rhizostomum*, *Aurelia*, *Pelagia* u. a.) finden sich an der Unterfläche der Scheibe, um die Basis der grossen Arme herum, vier Höhlen, in deren Grunde die bandförmigen, auf verschiedene Weise gruppirten Geschlechtsdrüsen befestigt sind. An den Armen einiger weiblichen Scheibenquallen (*Aurelia*) entwickeln sich eigenthümliche Bruttaschen, in welchen längere Zeit die Jungen beherbergt werden.

Eigene Begattungsorgane fehlen den Cölenteraten, daher bei den getrennten Geschlechtern die Uebertragung des Samens durch das Meerwasser geschieht.

Die Rippenquallen sind Zwitter; ihre schlauchförmigen Hoden und Ovarien, die sich, wie bei den Scheibenquallen, nur periodisch entwickeln und sich äusserlich so gleichen, dass sie häufig nur durch eine nähere Analyse ihres Inhaltes sich unterscheiden lassen; liegen neben den Rippen, auf einer Seite ein Ovarium, auf der anderen ein Hode. Ihre Produkte werden unmittelbar in die Kanäle des Gastrovascularapparates entleert, in Uebereinstimmung mit den meisten übrigen Cölenteraten.

Es ist schon aus dem Obigen ersichtlich, dass bei fast allen Cölenteraten, mit Ausnahme der Rippenquallen, die geschlechtliche Fortpflanzzung mit einer ungeschlechtlichen theils in den Stöcken combinirt ist, theils mit derselben abwechselt und dass die Entwicklung mit Metamorphose oder Generationswechsel verbunden ist (vgl. S. 19). Die Larven der Polypen erscheinen, aus dem Ei hervorgehend, als flimmerhaarige rundliche oder gestreckte Körper ohne innere Differenzirung, die sich erst nach einer Periode freien Schwärmens festsetzen, während welcher Zeit sie sich zu einer Gastrula eingestülpt haben. Dieses Individuum wandelt sich zu einem Polypen um, und nun erfolgt bei den meisten die ungeschlechtliche Fortpflanzung, die Stockbildung [1]). In der Regel werden dabei nur Individuen

1) L. Agassiz hat beobachtet, dass wenigstens ein Theil der einfachen und stockbildenden Polypen in eine Reihe gebracht werden kann, in welcher jedes Glied als Jugend- und Wachsthumszustände diejenigen Formen und Stadien durchmacht, welche bei den einzelnen vorhergehenden Gliedern stationär bleiben. Das die Colonie gründende Individuum repräsentirt den Zustand von *Actinia*. Indem es verkalkt, wiederholt es die Gattung *Turbinolia;* und so geht es weiter durch die Zustände der Funginen Asträinen zu den Madreporinen. — In der Regel sind zwar die Polypenindividuen gleichmässig ausgebildet. Dass aber der Polymorphismus nicht fehlt, zeigen Kölliker's Beobachtungen einer Reihe von Pennutuliden. Bei ihnen finden sich dreierlei Individuen an einem Stocke, und zwar: „1) Nahrung aufnehmende, ganz entwickelte Polypen mit Tentakeln; 2) unentwickelte, tentakellose Polypenknospen, die Geschlechtsorgane bilden; 3) rudimentäre Individuen ohne Tentakeln und Geschlechtsorgane, die von Kölliker sogenannten Zooide. Die Geschlechtsthiere und die Nährthiere stehen sich ferner wie junge und alte Thiere gegenüber und wird das Verhältniss beider dadurch noch eigenthümlicher, dass wenigstens ein Theil der Geschlechtsthiere später sicher in Nährthiere sich um-

hervorgebracht, welche unter einander gleich sind und geschlechtsreif werden. Doch kommt auch Generationswechsel vor. (K. Semper, Ueber den Generationswechsel bei Steinkorallen. Z. f. w. Zool. XXV. 1872).

Auch bei den Hydriformien und Siphonophoren geschieht die Gründung der Stöcke durch eine bewimperte Larve, und die Ausbildung der Stöcke durch eine mehr oder weniger differente Knospung. Besonders belehrend sind die Beobachtungsreihen Haeckel's über *Physophora*, *Crystallodes* und *Athorybia*. In der ellipsoidischen Larve der *Physophora* erscheint eine Primitivhöhle als erste Anlage des Gastrovascularsystems. Von dieser schnürt sich der Luftsack ab, entsteht das sich bald darauf öffnende, lange Zeit einzige Ernährungsorgan der ganzen Kolonie, der erste „Polypit" und zweigen sich die Nährkanäle der übrigen Theile der Larve ab. Diese sind ein einem Medusenschirme vergleichbares, später verloren gehendes Deckstück und zwei schlauchförmige Ausstülpungen der Magenwand, wovon die eine zum Fangfaden des Polypiten, die andere zum ersten Taster wird. Bis hierher „erscheint die ganze Larve noch als ein einfaches Hydromedusen-Individuum im gewöhnlichen Sinne (als eine „Person" im Sinne Haeckel's)." Nachdem das Deckstück, abgeworfen, erfolgt die weitere Ausbildung der *Physophora* durch das Hervorknospen neuer, polymorpher Individuen.

Abweichend hiervon Metschnikoff, nach welchem

---

wandelt, indem alle entwickelten Blätter eines Stockes einmal im Stadium der unentwickelten Blätter mit Geschlechtsthieren sich befanden und unzweifelhaft die Bildung der Geschlechtsprodukte nicht erst dann beginnt, nachdem ein Stock schon alle seine Blätter entwickelt hat."

die Lufthöhle primitiv durch eine Duplicatur des Ectoderms gebildet wird. Auch leitet er aus dem Umstande, dass nach seiner Auffassung schon die jüngsten Siphonophoren-Larven (*Stephanomia* u. a.) ein und dasselbe Organ oder zwei homologe Organe — Deckstück und Luftapparat zugleich dem Medusenschirm — in mehrfacher Anzahl besitzen, die Erklärung ab, dass die Siphonophoren Individuen mit mehr- oder vielfacher Anzahl der Organe, selbst der Magen seien.

Die Mehrzahl der höheren Scheibenquallen ist einem Generationswechsel unterworfen. So gleicht die Polypengeneration der *Aurelia (Medusa) aurita* den Hydren des süssen Wassers und wurde als *Hydra tuba* beschrieben; sie vermehrt sich in Polypenart durch Ausläufer (*stolones*) und durch seitliche Knospenbildung, ganz in der Weise der *Hydra viridis* und *fusca*. Endlich, nachdem der Ammenkörper sich gestreckt, theilt er sich mehrfach quer, und man findet häufig eine Reihe solcher Medusengemmen über einander, wie eine Reihe Tassen. Der Ernährungskanal zieht sich durch sämmtliche Theilindividuen hindurch. Diese Gemmen lösen sich los, indem an der obersten, welche die Polypenarme trug, diese verschrumpft sind und an dem übrig bleibenden Stumpfe neue hervorwachsen, woraus hervorzugehen scheint, dass derselbe von Neuem proliferiren könne. So verhalten sich auch *Cyanea capillata*, *Cassiopeia borbonica*, *Chrysaora* und *Cephea*. Bei anderen Quallen (*Pelagia*, *Aeginopsis mediterranea*, *Trachynema ciliatum*) verwandelt sich die schwimmende bewimperte Larve direct in die Meduse.

Eine häufigere Erscheinung bei den Scheibenquallen ist die Knospenbildung, indem sowohl im unreifen

als im geschlechtsreifen Zustande von allen Theilen des Gastrovascularsystems aus (Magen — *Sarsia;* Scheibenrand — *Hybocodon*; Radiärkanäle — *Clavatella prolifera* u. s. w.) durch locale Ausstülpungen der Wandungen neue gleichartige Quallen entstehn. Hierher gehören auch die Knospenähren der Cunina, welche am Magenstiele der Geryonia angeheftet sind [1]).

Auch die Entwicklung der Ctenophoren schliesst sich typisch derjenigen der übrigen Cölenteraten an, indem das Gastrovascularsystem aus den Faltungen und Verästelungen der primitiven Gastrula-Einstülpung hervorgeht. Die Entwicklung ist aber eine kürzere und directe, ohne Metamorphose und Generationswechsel.

1) F. E. Schulze, Ueber die Cuninen-Knospenähren im Magen von Geryonien. Mittheil. des naturw. Vereins für Steiermark. Gratz, 1875.

## III. Echinodermata. Stachelhäuter.

J. Müller, Ueber den *Pentacrinus Caput Medusae.* Berlin, 1843.
J. Müller und Troschel, System der Asteriden. Braunschweig, 1843.
Al. Agassiz, Revision of the Echini. Cambridge M. 1872—75.
S. Lovén, Études sur les Échinoides. (Kongl. Svenska Vet. Ac. Handlinger. II. Stockholm, 1875).
Selenka, Anatomie und Systematik der Holothurien. Z. f. w. Zool. XVII. XVIII.
Semper, Reisen im Archipel d. Philippinen. I. Leipzig, 1868. (Holothurien).
J. Müller, Ueber den Bau der Echinodermen. Abh. d. Berliner Academie 1853.
Derselbe, Ueber Entwicklung der Echinodermen in d. Abh. der Berliner Academie 1848—1853.
W. Thomson, *On the Embryogenie of Antedon rosaceus. Phil. Transactions* 1865.
M. Sars, *Mémoires pour servir à la connaissance des Crinoides vivants.* 1868.
Baur, Naturgeschichte der *Synapta digitata.* Dresden, 1864. Verhandll. der Leop. Academie. Bd. 31.
Götte, Vergleichende Entwicklungsgeschichte der *Comatula mediterranea.* Arch. f. mikr. Anat. 1876.

---

### Sytematische Uebersicht über die Echinodermen.

Die Organsysteme sind gewöhnlich in der Fünfzahl um eine mittlere, Bauch- und Rückenpol verbindende Axe radiär angeordnet. Die äusseren Bedeckungen erstarren oft zu einem Kalkskelet von eigenthümlich miskroskopischem gitterförmigem Gefüge. Darmkanal geschlossen. Ihre Bewegungsorgane sind Saugfüsschen,

schwellbar durch ein besonderes, auch der Athmung dienendes Wassergefässsystem und meist in regelmässigen Reihen, ***ambulacra***.

**1. Ordnung.** *Asteroidea.* Seesterne. Körper fast immer ein fünfstrahliger Stern mit wesentlich verschiedener Ober- und Unterseite. Mund mittelständig unten. Die Ambulacra verlaufen vom Munde zu den Enden der Strahlen. Ein inneres, aus Plattenreihen bestehendes Skelet ist ihnen eigenthümlich.

I. Familiengruppe. ***Asteriadae.*** Seesterne i. e. S.

Die Strahlen bilden unmittelbare Fortsetzungen der Scheibe und nehmen in ihre Höhlung die vom Magen ausgehenden Blindsäcke auf.

***Asteracanthion. Astropecten. Solaster.***
***Oreaster. Astrogonium. Asteriscus.***

Die ältesten, mit ***Asteracanthion*** übereinstimmenden Echinodermen aus dem unteren Silur gehören hierhier. Eine Zwischenform zwischen dieser und der nächsten Gruppen ist ***Brisinga.***

II. Familiengruppe. ***Ophiuridae.*** Schlangensterne.

Die mehr drehrunden Arme sind von der Körperscheibe abgesetzt und nehmen keine Eingeweide auf.

A. ***Ophiurae.*** Kriechend. Arme nie getheilt, nicht einrollbar.

B. ***Euryalae.*** Bewegen sich schwimmend mit Hülfe der einrollbaren durch 5 Paar Rückenrippen gestützten Arme.

**2. Ordnung.** *Crinoidea.* Haarsterne. Ein gegliederter Stiel trägt den kegelförmigen, mit der Ventralseite aufwärts gekehrten Rumpf. Die Skeletstücke desselben liegen an der Dorsalseite. Die meisten fossil.

***Rhizocrinus.*** Zeitlebens gestielt. Eine Verbindungsform zwischen den fossilen Apiocriniten und den übrigen lebenden Gattungen.

***Pentacrinus.*** Zeitlebens gestielt.

***Comatula.*** In der Jugend gestielt, später frei.

**3. Ordnung.** *Echinoidea.* Seeigel. Das scheiben- bis kugelförmige Skelet besteht aus unbeweglich mit einander verbundenen Tafelreihen. Bei Familie II und III bilaterale Verschiebung.

I. Familie. ***Cidaridae.*** Kronenigel.

Mund und After polar entgegengesetzt. Ein Kiefergestell.

***Cidaris. Echinus.***

II. Familie. *Clypeastridae.* Schildigel.

After unten. Ein Kiefergebiss. Schalenwände mit Verdoppelungen und inneren Pfeilern.

*Echinocyamus. Clypeaster. Mellita.*

III. Familie. *Spatangidae.* Herzigel.

Mund quer, excentrisch; After unten hinter der Mitte.

*Spantangus. Brissus. Schizaster. Pourtalesia.*

Zwischen die Echinoiden und Holothurien schiebt sich die Gruppe der Echinothuriae ein, Seeigel mit beweglichen, sich dachziegelförmig deckenden Platten.

*Echinothuria* aus der Kreide. Jetzt repräsentirt durch *Asthenosoma (Calveria)*.

**4. Ordnung.** *Holothurioidea.* Seegurken. Körper walzenförmig. In der Haut nur einzelne Kalkgebilde, nie ein zusammenhängendes Skelet. Mund und After polar entgegengesetzt. Durch einseitige Entwicklung der Ambulacra entstehen Formen mit Bauch- und Rückenseite.

*Holothuria. Pentacta. Thyone. Psolus. Synapta.*

---

Körperbedeckung und Skelet. Die sämmtlichen Hartth eile aller Echinodermen (Platten, Stacheln u. s. f.) sind nicht freiliegende Ausscheidungen einer darunter liegenden Matrix, sondern entstehn innerhalb der Hautbedeckungen in Form sehr characteristischer mikroskopischer Kalkgitter. Es ist also festzuhalten, dass die Skelettheile, auch wenn sie, wie gewöhnlich die Enden der Stacheln, nackt zu Tage hervortreten, doch eigentlich von einer, oft wimpernden Zellenschicht überzogen waren. Bei den Spatangen bilden die Wimpern eigne Säume und Wege, die *semitae;* welche zur Reinhaltung der Rückenfläche zu dienen scheinen. Bei den Crinoiden ist die Bauchseite weich, die Rückenseite verkalkt, und das aus Scheiben oder kurzen, durch eine sehnige, elastische Interarticularsubstanz verbundenen

Cylindern zusammengesetzte Skelet setzt sich in die Arme, Pinulae und Cirrhen fort. Auch der Stiel der Pentacrinen und den jungen Comatuln ist gleicherweise gegliedert. Bei den Echinoiden haben sich die einzelnen Kalkplatten zu einer unbeweglichen Schale zusammengelegt. Die Platten sind in regelmässigen Reihen geordnet und bilden, abwechselnd mit den Interambulacralfeldern, die Ambulacralfelder, indem sie, zur Verbindung der äusseren Füsschen mit den inneren Ambulacralbläschen, durchlöchert sind. Von der Mundöffnung der eigentlichen Echinen und der Clypeastriden ragen Kalkfortsätze in den Körper hinein, welche Muskeln und Bändern der Kauwerkzeuge zum Ansatz dienen.

Bei den Echinoiden und Ophiuren liegt den Schildern und Platten, wenn auch in geringer Menge, eine organische Materie zu Grunde, die man, nach Entfernung des Kalkes durch Säuren, als ein zartes Gitterwerk darstellen kann. In der, hauptsächlich aus einer beträchlichen, elastischen Faserschicht, unter einer dünnen Zellenlage, bestehenden Hautbedeckung der Asterien finden sich bedeutende Kalkmengen abgelagert in Form unregelmässiger Balken und Netze. Hiermit werden wir zu den Holothurien geführt, in deren lederartiger Cutis der Kalk zwar in geringeren Mengen, aber unter den mannigfaltigsten und sonderbarsten Formen vorkommt, theils als irreguläre, durchbohrte Scheiben, als Stäbchen und Körner, theils als regelmässige, oft an die Schneekrystalle erinnernde ebene oder pyramidale Kalkgestelle und Säulenplatten. Höchst eigenthümlich sind in der Familie der Synaptinen die sogenannten Anker. Ein solcher besteht aus einem zweispitzigen Bogen, der vermittelst eines Stieles an eine mehr oder

minder regelmässig durchlöcherte Kalkplatte angefügt ist. Die Anker ragen aus der Haut hervor und dienen wahrscheinlich als Haftorgane.

Von den vielfachen, dem Hautskelet angehörigen Anhängen der Echinoiden und Asteriden thun wir, als der merkwürdigsten, nur der Pedicellarien Erwähnung. Es sind über den ganzen Körper verbreitete Greifapparate, bestehend aus einem Stiele mit oben eingelenkten zangenartigen Armen. Ihre Verrichtung besteht in dem Ergreifen und Fortschaffen von fremden Körpern und der Fäcalmassen, also im Reinhalten der Haut. Sie stimmen ihrer Entstehung nach mit den Stacheln überein.

Die morphologische Bedeutung der wirbelartigen Platten in den Armen der Asteroiden, welche die Naturphilosophen einst mit den Wirbeln der Vertebraten verglichen, lässt sich aus der Lage der Ampullen, durch welche die Füsschen der Asteroiden und Echiniden gefüllt werden, erschliessen. Man darf annehmen, dass jene Kalkstücke in den Armen der Asterien den Ambulacralplatten der Echiniden entsprechen. Man kann die Erklärung geben, dass diese Skeletplatten bei den Asterien Fortsätze entwickelt haben, welche über dem Nervenstrang und Wassergefäss zusammenstossen, während bei den Echinoiden beide Organe durch eine entgegengesetzte Entwicklung der Platten eine entgegengesetzte Lage im Verhältniss zu diesen Skelettheilen haben, indem Nerv und Wassergefäss inwendig liegen.

Am vorderen Ende der Ambulacra der Cidariten kommen beide Bildungsweisen zusammen vor, indem die Ambulacralplatten an der inneren Seite der Porenreihen Fortsätze senkrecht nach innen schicken, welche die

Stämme der Ambulacralgebilde, Nerv und Wassergefäss, zwischen sich nehmen.

Während bei den Asterien die beiden Stücken der wirbelähnlichen Platten gegen einander bewegt werden können, sind sie bei den Ophiuren fest verwachsen. Sie füllen hier die Arme fast ganz aus, haben aber doch dieselbe centrale Lage, wie bei den Asteroiden. Die horizontale Adduction und Abduction der Arme ist den Ophiuren eigenthümlich.

Bei den Crinoideen und Asteroiden ist die antiambulacrale Seite mächtig entwickelt ist. Sie beschränkt sich bei den Echinoiden auf das sogenannte Scheitelschild. Es lassen sich danach die Echinoiden morphologisch und mithin auch phylogenetisch von den Asteroiden ableiten. Die Holothurien aber schliessen sich nach der Homologie der Gestalt am nächsten an die Echinen an.

*Bewegungsorgane. Ambulacralsystem.* Das Muskelsystem ist sehr entwickelt. Die Muskeln liegen theils an und zwischen den einzelnen Abschnitten des Hautskelets, um die Ortsbewegung zu vermitteln, und können da, wo das Hautskelet zurücktritt, bei den *Holothurien*, einen äusserst festen aus Längs- und Querfasern bestehenden Hautmuskelschlauch bilden; theils dienen sie zur Bewegung der Kauorgane. Auch die Wandungen des Ambulacralsystems sind mit zahlreichen Muskelfasern versehen.

Die fast immer reihenweise oder rosettenförmig geordneten *Ambulacralbläschen* communiciren mit inneren Bläschen, welche durch die *Radialkanäle* gespeist werden. Letztere entspringen aus einem *Ringkanal*, der unweit des Mundpoles, in der Nähe des

Nervenringes und des Blutgefässringes sich befindet. Die wichtigsten Anhänge dieses Ringkanales sind diejenigen, durch welche das Wasser in ihn gelangt; es sind ein, mehrere oder viele Kanäle, deren Enden entweder frei in der Leibeshöhle flottiren oder von den Körperwandungen ausgehen. Letzteres ist am deutlichsten, wo eine oder mehrere sogenannte Madreporenplatten vorhanden, ein poröses Kalkgebilde, durch welches das Wasser von aussen unmittelbar in den zuführenden Kanal aufgenommen wird. Bei den Asterien wird die Madreporenplatte durch den labyrinthischen Steinkanal fortgesetzt. Der Steinkanal der Ophiuren öffnet sich durch ein Mundschild, das die Stelle der Madreporenplatte vertritt, nach aussen. Als Homologon findet sich unter den Echinen bei *Cidaris* ein in seinen Wänden dicht mit Kalkplättchen ausgestatteter, bei *Echinus* ganz weicher Kanal, der von der Madreporenplatte zum Mund-Wassergefässring herabsteigt. Auch die Ophiuren besitzen diesen Kanal, der hier aber von einem Mundwinkel ausgeht; eine Madreporenplatte bemerkt man jedoch nur bei den *Euryalae*. Bei den Holothurien endigt der hier nur uneigentlich so zu nennende Steinkanal frei in der Bauchhöhle. Dieses Ende ist bei den Molpadien, Chirodoten und Synapten mit einer madreporenplattenartigen Krone versehen. Bei den Crinoideen, welche ebenfalls den Ringkanal und die radiären Wassergefässstämme besitzen, scheint die Aufnahme des Wassers in dieselben aus der Leibeshöhle durch zahlreiche Blindsäcke des Ringkanales endosmotisch zu geschehn.

Als zweite Gattung von Anhängen des Ringkanales sind nämlich die beutel- oder schlauchförmigen sogenannten Polischen Blasen zu erwähnen.

Nervensystem und Sinneswerkzeuge. Der bei allen Abtheilungen, auch bei den Crinoideen jetzt vollständig bekannte Centraltheil des Nervensystems stellt einen Schlundnervenring dar, der aber häufig, der Körperform entsprechend, in ein Fünfeck verzogen ist. Die von ihm entspringenden Hauptnerven gehen, von den Hauptgefässen begleitet, in die Ambulacralfelder, nach beiden Seiten hin die Organe mit Nervenzweigen versorgend.

Augen finden sich bei den Asterien und vielleicht den Echinen, dort auf den Spitzen der Strahlen, hier gleichfalls an den Enden der Ambulacra um den Anapol herum stehend auf besonderen Ocellarplatten. Jedes einfach erscheinende Auge eines Seesternes ist eigentlich ein Aggregat von vielen einzelnen Augen, deren jedes eine, in Pigmentzellen eingebettete Linse hat.

Zu einem specifischen Tastwerkzeug ist das äusserste unpaarige Ambulacralbläschen der Asterien umgewandelt.

Ernährungssystem. Der immer geschlossene, nie mit der Leibeshöhle communicirende Darmkanal zeigt eine verschiedenartige Anordnung. Die Mundöffnung ist fast immer central, die Afteröffnung bald dem Munde entgegengesetzt (Echiniden, Asteroiden, Holothurien), bald am Rande der Schale oder in dessen Nähe an der Unterseite (Spatangen, Clypeastriden), bald ganz in der Nähe des Mundes (Crinoiden). Manchen Asteroiden fehlt die Afteröffnung. Mit Tentakeln, als Hülfsorganen, wie sie die Polypen und Quallen haben, sind namentlich die Holothurien versehen.

Bei den Asteroiden ist die Mundöffnung von zahnartigen, papillenförmigen Fortsätzen des Hautskelets um-

geben. Einen sehr complicirten Zahn- und Kauapparat haben die Echinoiden und Clypeastriden. Bei den Echinoiden findet sich dieser, die sogenannte Laterne des Aristoteles, als ein aus fünf dreiseitigen Pyramiden bestehendes Kalkgerüst, deren jede einen Schmelzzahn enthält. Die Spitzen der Zähne bilden die Spitze des aus jenen fünf Pyramiden zusammengesetzten Kegels und ragen aus der Mundöffnung hervor. Andere kleine Kalkstäbe befinden sich in der dem Rücken zugekehrten Basis des Gerüstes. Die zur Befestigung und Bewegung dieses Kauapparates bestimmten Muskeln, welche sich theils an der Spitze, theils an der Basis des Kegels inseriren und als Antagonisten wirken, sind sehr zahlreich.

Als das Analogon der fünf sogenannten *radialia* oder *falces* und der zehn *interradialia* an der Laterne ist der Knochenring am Schlunde der Holothurien anzusehen. Die übrigen Theile der Laterne sind den Echinen eigenthümlich.

Die Ausdehnung des durch eine Art zarten Gekröses an den Körperwänden befestigten Darmkanales ist sehr wechselnd. Am einfachsten verhalten sich die Asteroiden und Ophiuriden, bei denen man in der Hauptsache nur eine, bei den mit After versehenen Seesternen eingeschnürte Verdauungshöhle bemerkt. Aus der oberen Abtheilung führt ein kurzer Mastdarm zum After. Bei den übrigen Echinodermen findet sich hinter dem Oesophagus ein mehr oder weniger gewundener, in ziemlich gleicher Weise verlaufender Darm.

Kein Echinoderm scheint Speicheldrüsen zu besitzen. Auch sind die Darmwandungen arm an Drüsenzellen. Als eine gesonderte Leber sind wohl ohne Zweifel bei den Asterien die von dem Magensacke in

die Arme sich erstreckenden Blindsäcke zu betrachten. Die traubenförmigen, eine gelbliche Flüssigkeit absondernden Follikel ergiessen ihr Secret in jedem Arme in zwei Kanäle, welche entweder einzeln oder vereint in den Magensack einmünden.

Die Angaben über das Blutgefässsystem sind bis in die neueste Zeit sehr widersprechend und schwankend gewesen. Folgendes scheint endlich festgestellt zu sein, mit Ausnahme der hier noch unklaren Crinoiden. Die Asterien besitzen einen analen oder dorsalen und einen ovalen Gefässring. Von jenem entspringen die Gefässe für die Generationsorgane, von diesem die reich entwickelten Ambulacralblutgefässe. Die beiden Ringe communiciren durch einen herzartigen Schlauch, dessen Lumen grösstentheils offen mit der Madreporenplatte zusammenhängt, also direct Wasser aufnehmen kann. Den Ophiurien fehlt der Analring; dagegen communicirt ihr „Herzschlauch“ ebenfalls offen mit der Madreporenplatte. „Bei den Echiniden und den Spatangen fehlt sowohl der anale wie der orale Blutgefässring; bei beiden kommt nur an der Bauch- und Rückenseite des Darmes ein Blutgefäss vor. Bei den Echiniden münden sowohl Bauch- als Rückengefäss in den Wassergefässring ein und stellen also unmittelbar den Zusammenhang zwischen Blut- und Wassergefässsystem her. Bei den höher entwickelten Spatangen hingegen zweigt sich ein Ast von dem aus dem Blutgefäss entspringenden Magengefäss ab, und nur dieser mündet in den Wassergefässring aus.“ (Hoffmann). Die Holothurien stimmen in der Vertheilung der Darmgefässe mit den Echinen überein; eine Complication wird durch die sogenannte „Wasserlunge“, die inneren Kiemen, her-

beigeführt. Aus dem Vorausgegangenen erhellt schon, dass bei den Echinodermen sehr reichlich für die Athmung Gelegenheit gegeben ist. Abgesehen von der Möglichkeit der direkten Wasseraufnahme in die Blutgefässe so wie der durch dieselben Wege gehenden Excretion, ist das ganze Wassergefäss- und Ambulacralsystem Athmungsorgan.

Die Holothurien haben innere Kiemen deren zu- und abführende Gefässe in den den Schlund umgebenden Blutgefässring münden. Der Stamm derselben entspringt aus der Cloake des Darmkanals, durch welche das Wasser aus- und eingepumpt wird, theilt sich aber bald in zwei, fast durch die ganze Leibeshöhle ragende Aeste. Diese sind mit vielen verzweigten Blindsäcken besetzt, und der eine von ihnen ist eng mit dem Darmkanale, der andere mit den Leibeswandungen verbunden.

Ausser diesen speciellen Vorrichtungen dient aber jedenfalls das frei in der Leibeshöhle aller Echinodermen enthaltene Wasser zur Athmung. Seine Aufnahme geschieht theils auf endosmotischem Wege, wie bei den Asterien durch eine Menge contractiler (geschlossener) Röhrchen auf dem Rücken, theils direkt durch besondere Oeffnungen, so bei den Ophiuren durch die Interradialspalten. Es bespült die Eingeweide und deren Blutgefässe unmittelbar und wird durch Flimmerepithelium in bestimmter Strömung erhalten.

Fortpflanzungsorgane. Die Echinodermen sind getrennten Geschlechts; ♂ und ♀ ausser der Brunstzeit kaum zu unterscheiden. Die Ovarien und Hoden sind einfache oder verästelte Schläuche, die häufig keine Ausführungsgänge besitzen und daher ihre Produkte durch Dehiscenz in die Leibeshöhle entleeren. Bei den Cri-

noiden liegen die Geschlechtsschläuche in den *pinnulae.* Die fünf Hoden oder Ovarien der Echinoiden befinden sich zwischen den Ambulacralbläschenreihen. Die einzelnen Blindsäckchen jedes Organs münden in einen besonderen Ausführungsgang, welche am Rücken die Genitalplatten durchbohren. Bei den Ophiuren liegen die gelappten Geschlechtstheile, je zwei, also zehn im Ganzen, in den Interradialräumen um den Magen herum; sie sind mit einem nach dem Munde gehenden Stiele versehen, der jedoch nicht der Ausführungsgang zu sein scheint. Wahrscheinlich fallen Samen und Eier in die Leibeshöhle und werden durch die Spalten des Hautskelets entleert. Die varicösen Geschlechtsdrüsen der Asterien liegen in den Armwinkeln und sind bei den afterlosen und auch mehreren mit einem After versehenen Seesternen ohne Oeffnungen und Ausführungsgänge. Bei anderen Seesternen mit After (*Asteracanthion rubens*, *Solaster papposus*) finden sich auf dem Rücken in jedem Interradialraume zwei nackte, siebartig durchlöcherte Stellen (*laminae cribrosae*), wo die Ausführungsgänge münden.

Der Eierstock oder Hode der Holothurien besteht aus einem Büschel verästelter Blindsäcke (Ovarium rothgelb, Hode weisslich), welche frei in der Leibeshöhle liegen und vorn in einem einzigen Ausführungsgange zusammenkommen, der zwischen den Tentakeln an der Rückseite mündet.

Die Entwicklung beginnt mit der Umbildung des Eies in eine einschichtige Blase, welche durch Einstülpung zur zweischichtigen Gastrula wird. Vom Ectoderm wird das Mesoderm abgesondert. Die Einstülpungsöffnung wird zum After der Larve. Indem die

Gastrula einseitig auswächst, folgt der Urdarm dieser Biegung, worauf sein blindes Ende mit dem Ectoderm verschmilzt und der Mund durchbricht. Die Larve streckt sich so, dass Mund und früher oder später auch der After an eine Längsseite zu liegen kommen, die mehr oder weniger concave Bauchseite. Die Rückenseite ist convex. Eine durch Rücken und Bauch gelegte Ebene theilt jetzt die Larve in zwei symmetrische Hälften (bilateraler Typus).

Sie kann wurmförmig bleiben (*Comatula.* Einige Holothurien und Seesterne), oder durch symmetrische, lappen- oder stabförmige Auswüchse eine mit einer Staffelei oder Zeltgestell vergleichbare barocke Form annehmen (*Bipinnaria* der Seesterne, *Pluteus* der Ophiuren und Seeigel. *Auricula* der Holothurien). Bei *Comatula* wächst das hintere Leibesende zur Anlage eines Stieles aus; bei den übrigen Larven verlängert sich das Vorderende zu einem Kopflappen. Die anfangs vollständige Bewimperung der Oberfläche zieht sich auf wulstige Streifen oder Wimperschnüre zusammen, welche bei den Wurmformen als Reifen den Körper umgeben, bei den andern die Ränder der Bauchseite und die Anhänge continuirlich umsäumen.

Die erste Störung der Symmetrie zeigt sich an den nun auftretenden Ausstülpungen des Urdarmes, die Anlagen der Peritonealsäcke und des Wassergefässsystemes. Entweder sondern sich dieselben aus einer unpaaren unsymmetrischen Darmaussackung (Holothurien), oder es schnürt sich rechts und links eine solche ab, von denen die grössere linke sich in zwei Anlagen spaltet: die eine entspricht der ganzen rechten Aussackung und verwächst mit ihr rings um den Darm

zum Peritonealsack, während die andere Anlage zum Wassergefässsystem wird (Asteroiden. Seeigel). Bei den Comatuln geht das letztere aus einer besonderen ventralen Darmaussackung hervor.

Die Metamorphose der Echinodermenlarven wird aber dadurch eingeleitet, dass die asymmetrischen Darmaussackungen auch asymmetrisch weiterwachsen und so eine Umwälzung in die Lagebeziehungen der Organe herbeiführen. Im Allgemeinen umwachsen die Peritonealsäcke (zwischen welchen und der Haut sich die Muskeln, Nerven u. a. ablagern), das Perisom und der Wassergefässschlauch den Darm als Axentheil in gleichmässigen queren Zonen oder Ringen, der Wassergefässschlauch insbesondere den künftigen Schlund. Hiermit geht die bilaterale Anlage in eine strahlige Gliederung über. Im Besondern verläuft aber die Metamorphose der einzelnen Echinodermenformen verschieden.

Die Comatulalarven befestigen sich sehr früh mit dem künftigen Stielende, während Mund und After sich schliessen. Der Schlund mit dem ihn umgebenden Wassergefässring zieht sich von der oralen Leibeswand zurück, so dass letztere das Dach eines geschlossenen präoralen Raumes bildet, in welchem die Wassergefässblindsäcke sich zu Tentakeln entwickeln und in dessen Tiefe der Mund durchbricht. Nach Schwund dieses präoralen Gewölbes wachsen die Basen der Tentakelgruppen zu den Armen aus. Nachdem der Körper sich abgeflacht, löst er sich vom Stiel.

Auch Mund und After der pelagisch lebenden Larven werden meist durch Neubildungen ersetzt. Sie besitzen einen am Rücken mündenden Ausführungsgang des Wassergefässsytems, den Steinkanal. Alle Holothurien-

larven, auch die Auricularien, nehmen eine cylindrische oder tonnenförmige Gestalt an. Der Mund kann bestehn bleiben, wobei die Tentakel in seinem Umkreise gleich frei hervortreten; oder es wiederholt sich die innere Mund- und Tentakelbildung der Crinoiden. Den Radialkanälen der Crinoiden und Asterien sind nur die Tentakelcanäle der Holothurien homolog; die Radialkanäle der letztern sind eigenthümliche Bildungen, dadurch hervorgerufen, dass der Körper sich in der Axenrichtung nicht abplattet.

Bei den Ophiuren wird der Larvenschlund durch den Wassergefässring auf die linke Seite gezogen, so dass das linke Larvenantimer zur Bauchseite des Sternes wird, wozu auch die aus den Tentakelbasen sich entwickelnden Arme nebst dem Scheibenrande gehören. Das rechte Larvenantimer bildet nur das Centrum des Rückens. Aehnlich die Bipinnarien mit Neubildung des Schlundes. Kopflappen und Anhänge der ***Plateus*** und Bipinnarien werden in der Metamorphose resorbirt oder abgestossen.

Die Seeigellarven schliessen sich in der Mundbildung den Bipinnarien an; indem aber die Entwicklung von Armen im linken Larvenantimer unterbleibt, überwiegt die Ausbildung des rechten, so dass dieses Homologon des Rückencentrums der Sterne zur ganzen, das feste Skelet umfassenden Kugel der Seeigel wird. Daher sind auch die den Ambulacralplatten anliegenden Radialgefässe des Seeigels nicht den Radialkanälen der Seesterne homolog.

Die abweichenden, auf besondere Anpassungen und Verkürzungen beruhenden Entwicklungen von ***Echinaster Sarsii, Asteracanthion Muelleri*** und ***Ophiolepis squamata***

**bedürfen einer Revision, um mit den oben mitgetheilten einheitlichen Entwicklungsvorgängen fruchtbar verglichen werden zu können**[1]).

Wir haben die Echinodermen an der Stelle abgehandelt, welche ihnen als sogenannten Strahlthieren schon von Cuvier angewiesen war. Allein wenn man die Entwicklungsgeschichte als die wahre Leuchte der Systematik consequent anerkennen will, so verdient Haeckel's, auch von Gegenbaur vertretene und weiter begründete Ansicht und Hypothese die eingehendste Würdigung, dass nämlich die Echinodermen mit den Gliederwürmern zusammenhängen und als Gliederwurm-Stöcke zu betrachten seien. Es empfiehlt sich daher eine Recapitulation der morphologischen, neuestens auch durch die Paläontologie gestützten Thatsachen, nachdem man die Anatomie und Entwicklung der Gliederwürmer kennen gelernt hat.

---

1) Ueber die Regeneration und Knospung der Arme der Seesterne und Ophiuren, namentlich der höchst merkwürdigen sechsarmigen *Ophiactis viridis* des Mittelmeeres ist demnächst eine Arbeit von Simroth zu erwarten.

# IV. Vermes. Würmer.

M. Schulze, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. 1851.

O. Schmidt, Ueber Rhabdocölen. Z. f. w. Zool. Bd. 10 u. 11.

O. Schmidt, Die rhabdocölen Strudelwürmer d. süssen Wassers. 1848.

Derselbe i. d. Denkschriften der Wiener Ac. 15. 1858. (Rhabdocölen.)

Keferstein, Untersuchungen über die Nemertinen. Z. f. wiss. Zool. 12.

Graff, Zur Kenntnis der Turbellarien. Z. f. wiss. Zool. XXIV. 1874.

von Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux.* 1861. (Trematoden.)

Sommer und Landois, *Bothrioiephalus latus.* Z. f. wiss. Zool. XXII. 1872.

Sommer, *Taenia mediocanellata* und *solium.* Z. f. wiss. Zool. XXIV. 1874.

Leuckart, Die menschlichen Parasiten 1862—1876.

Schneider, Monographie der Nematoden. 1866.

Allman, *A Monograph of the freshwater Polyzoa* (Bryozoen). London, 1856.

Nitsche, Beiträge zur Anatomie etc. der Süsswasserbryozoen. Arch. f. Anat. u. Ph. 1868.

Nitsche, Beiträge zur Kenntniss der Bryozoen. Z. f. wiss. Zool. 1870. 1871. 1875.

Leydig, Ueber den Bau etc. d. Räderthiere. Z. f. wiss. Zool. 1854.

Cohn, Ueber die Fortpflanzung der Räderthiere. Ebendas. 1856. 1858, 1862.

*Quatrefages*, *Les Annélés*. Paris.
Ehlers, Die Borstenwürmer. 1867. 1868.
Claparède, *Les Annèlides chètopodos du Golfe de Naples. Gènève et Bale* 1868.
Derselbe, Histologische Untersuchungen über den Regenwurm. Z. f. wiss. Zool. 19, 1869.

## Systematische Uebersicht über die Würmer.

Bilaterale Thiere, mit deren Hautbedeckungen ein, die Hauptbewegungen besorgender Muskelschlauch unmittelbar verbunden ist.

### I. Platyhelminthes. Plattwürmer.

Körper meist platt. Eine freie Leibeshöhle ist nicht oder beschränkt vorhanden; der Raum zwischen Hautschlauch und den Eingeweiden ausgefüllt durch ein weiches Parenchym. Das Nervensystem ein Doppelganglion, seltener ein Nervenring in der Nackengegend und zwei Seitenstränge. Ein Gefässsystem mit äusseren Mündungen.

#### 1. Unterklasse. *Turbellaria*. Strudelwürmer.

Nur einzelne leben als Schmarotzer. Körper mit Flimmern bedeckt.

**1. Ordnung.** *Dendrocoela*. Planarien. Verzweigter Verdauungsraum mit ausstülpbarem Schlunde. Ohne After. Zwitter.
*Planaria*. *Dendrocoelum*. *Polycelis*. Im Süsswasser. *Geoplana*, Landplanarie.

**2. Ordnung.** *Rhabdocoela*. Stabdärmer. Verdauungsraum einfach. Ohne After. Zwitter.
*Vortex*. *Mesostomum*.

Getrennten Geschlechts sind *Microstomum* und *Dinophilus*. Sie bilden eine Zwischengruppe zur 3. Ordnung.

**3. Ordnung.** *Nemertinea*. Schnurwürmer. Einfacher Darm mit After; über demselben in einer besonderen Höhlung ein vorstreckbarer Rüssel. Geschlechter getrennt.
*Tetrastemma*. *Borlasia*. *Meckelia*.

#### 2. Unterklasse. *Trematodes*, Saugwürmer.

Schmarotzer mit Mund und meist gabeligem, afterlosem Darme. Zwitter.

A. ***Digenea.*** Entwicklung mit Generationswechsel. Die Ammen und Larven leben vorzugsweise in Mollusken, die Geschlechtsthiere in Wirbelthieren.

***Distoma.*** ***D. hepaticum***, Leberegel, in der Leber des Menschen und der Wiederkäuer. Das in der Pfortader des Menschen lebende ***D. haematobium*** ist getrennten Geschlechtes.

***Monostomum.*** ***Amphistomum.***

B. ***Monogenea.*** Entwicklung ohne Generationswechsel. Die meisten leben auf Fischen.

***Aspidogaster*** im Herzbeutel der Flussmuschel.

***Diplozoon.*** ***Polystoma.***

## 3. Unterklasse. *Cestodes.* Bandwürmer.

Schmarotzer ohne Darmkanal. Die Entwicklung ist meist mit einem Generationswechsel verbunden, wobei die durch Knospung erzeugten Individuen als sogenannte Bandwurmglieder ungewöhnlich lange mit der Amme, dem Bandwurmkopf und Hals, im Zusammenhange bleiben. Zwitter.

Eine Eintheilung dieser Gruppe in Ordnungen ist vor der Hand noch nicht thunlich.

### I. Familie. *Bothriocephalidae.*

Kopf abgeplattet mit zwei länglichen Sauggruben. Gliederung weniger scharf.

***Bothriocephalus.*** Grubenkopf. Geschlechtsöffnungen auf der Bauchfläche der Glieder. ***Bothr. latus***, beim Menschen. — ***Ligula.***

Eine Uebergangsform zwischen Trematoden und ***Bothrioc.*** ist ***Amphilina.*** Blattförmig. Saugnapf am Vorderende. Uterusöffnung daneben. Am Hinterende Vaginal- und männliche Geschlechtsöffnung. Ohne Darmkanal. ***A. foliacea*** im Sterlet.

### II. Familie. *Taeniadae.* Bandwürmer i. e. S.

Kopf mit 4 Saugnäpfen. Glieder deutlich von einander abgesetzt. Geschlechtsöffnungen auf der Kante. Die Jugendstände bilden bei den Warmblütern die sogenannten Blasenwürmer.

a) ***Echinotaeniae.*** Mit einem auf dem Scheitel zwischen den Saugnäpfen hervorragenden Rostellum und Hakenkranz. Die Haken auf einer elastischen Unterlage, durch einen Muskelbulbus beweglich.

***Taenia solium***, beim Menschen. Als ***Cysticercus cellulosae*** im Schweine.

*Taenia serrata*, beim Hunde. Als *Cysticercus pisiformis* beim Kaninchen.

*Taenia coenurus*, beim Hunde. Als *Coenurus cerebralis* im Hirn der Schafe.

*Taenia echinococcus*, beim Hunde. Als *Echinococcus* in verschiedenen Organen des Menschen und der Hausthiere.

b) *Gymnotaeniae*. Ohne Rostellum und Haken.

*Taenia mediocanellata*, beim Menschen. Im Blasenwurmzustande beim Rinde.

---

Andere Cestodengattungen: *Caryophyllaeus. Tetrabothrium. Tetrarhynchus.*

### 4. Unterklasse. *Hirudinacea (Discophora).* Egel.

Segmentirte Würmer mit Schlundring und Bauchganglienkette, mit einem Saugnapf am Vorderende, in dessen Grunde die Mundöffnung, und einem Saugnapf am Hinterende. Zwitter. Zwischen die typischen Hirudineen und die typischen Saugwürmer schieben sich zahlreiche Uebergangsformen ein, sowohl nach Lebensweise als nach dem Bau.

#### I. Familie. *Clepsinea.* Rüsselegel.

Körper kurz, nach vorn verjüngt. Schlund ohne Kiefer, vorstülpbar.

*Branchiobdella. Piscicola. Clepsine.*

#### II. Familie. *Hirudinea.* Blutegel.

Körper nach vorn und hinten verschmälert. Schlund nicht oder wenig vorstülpbar, mit drei, häufig gezähnelten Falten oder Wülsten.

*Nephelis. Aulacostomum. Haemopis. Hirudo. Potobdella.*

## II. Nemathelminthes. Rundwürmer.

Freilebende oder schmarotzende Würmer, kreisrund auf dem Querschnitt, von fadenförmiger Gestalt mit prallen Körperwandungen und meist deutlicher Leibeshöhle. Ein Nerven-Schlundring mit davon abgehenden Nervenstämmen, aber ohne Bauchkette. Geschlechter getrennt.

#### I. Familie. *Gordiacei.* Saitenwürmer.

Ohne oder mit nicht gesondert nach aussen mündendem After. Als Larven schmarotzend; geschlechtsreif frei.

*Gordius.* Wasserkalb. Der Darm mündet in den Ausführungsgang der Generationsorgane. In der letzten Lebensperiode obliterirt der Mund und wird auch der vordere Theil des Darmes atrophisch.

*Mermis.* After fehlt. Sonst engerer Anschluss an die andern Nematoden.

### II. Familie. *Trichotrachelides.*

Körper gestreckt, schlank. Kleine papillenlose Mundöffnung. Hinterende abgerundet oder stumpf zugespitzt.

*Trichocephalus.* Peitschenwurm. *T. dispar*, im Blinddarm des Menschen.

*Trichina.* Trichine. *T. spiralis.* Geschlechtsreif im Darm des Menschen, des Schweines, des Fuchses, der Ratte. Die hier gebornen Larven wandern in die Muskelfasern, wo sie sich einkapseln, und unreif bleiben, bis sie in den Darmkanal eines der genannten Wirthe eingeführt werden.

### III. Familie. *Strongylides.*

Hinterleib des Männchen mit einem schirm- oder napfförmigen Copulationsapparat (*bursa*).

*Strongylus. Str. duodenalis (Dochmius)*, im Dünndarm des Menschen, besonders in den Tropen. *Eustrongylus. Pelodera. Leptodera.*

### IV. Familie. *Ascarides.*

Vorderende mit drei zapfenförmigen Hervorragungen, Lippen, zwischen welchen eine röhrenförmige oder prismatische Mundhöhle.

*Ascaris. A. lumbricoides. Oxyguris. O. vermicularis.*

### V. Familie. *Filariadae.*

Meist lippenloser Mund, von 6 oder mehr Papillen umgeben. Schwanzende des ♂ eingerollt, mit vorspringenden Seitenfirsten. Schmarotzen gewöhnlich in den serösen Höhlen und im Bindegewebe.

*Filaria. F. loa.* Lebt unter der Conjunktiva der Neger am Congo und Gabon. *F. sanguinis hominis.* Nur im ebryonalen Zustande bekannt. Massenhaft im Blute der Tropenbewohner.

*Dracunculus. D. medinensis.* Nur ♀ bekannt. 60—80 Ctm. Embryonen wandern in Cyclopiden ein.

### III. Acanthocephala. Kratzer.

Darmlose Schmarotzer mit einem mit Haken besetzten, meist einziehbaren Rüssel und einem ganz eigenthümlichen, in den Hautbedeckungen enthaltenen, geschlossenen Gefässsystem, wozu die frei liegenden, „Lemniscen" gehören. Geschlechter getrennt.

*Echinorhynchus. E. gigas.* Im Schweine.

### IV. Gephyrea. Sternwürmer.

Die unter diesem Namen zusammengefassten Würmer sind vereinzelte, aus ihrem ehemaligen Zusammenhange losgerissene und übrig gebliebene Formen, die Gattungen ebenso viele Repräsentanten von Ordnungen. Körper ungegliedert, mit derber, meist runzeliger oder höckeriger Haut. Sehr geräumige Leibeshöhle. After rückenständig.

*Priapulus. Phascolosoma. Sipunculus.* Ohne Borsten.

*Bonellia Echiurus* (mit Andeutung einer Gliederung). Mit Borsten.

### V. Bryozoa. Moosthiere.

Diese bisher mit den Weichthieren vereinigten Thiere scheinen in den Gephyreen ihre nächsten Verwandten zu finden, wie aus der Vergleichung der Larven (*Cyphonautes*) einzelner Formen hervorgeht. Der hintere Theil der Körperwandungen chitinisirt oder verkalkt zu einer Kapsel, in welcher der Vordertheil mit Tentakelkrone eingezogen werden kann. Darmkanal schleifenförmig. Analöffnung rückenständig, unweit des Mundes. Stockbildend. Richtiger ist vielleicht die Ansicht, dass in den Bryozoenstöcken 2 Generationen von Individuen vereinigt seien, die Kapseln oder Cystiden oder Zooecien und die durch Knospung an denselben entstehenden Polypida.

1. **Ordnung.** *Gymnolaemata.* Nacktmündige. Der Mund ist unbedeckt. Die Kiemenkrone, auf einem runden, scheibenförmigen Kiementräger, ist ein geschlossener Kreis, welcher nicht von einem Stülpkragen umgeben ist (ausser *Paludicella*). Die meisten sind Meeresbewohner und fossil.

   *Crisia. Flustra. Eschara. Retepora. Cellularia.*

2. **Ordnung.** *Phylactolaemata.* Bedecktmündige. Der Mund ist mit einem kegelförmigen Deckel versehen. Der Kiementräger hufeisenförmig. Basis der Arme von einer trichterförmigen Haut umspannt. Die meisten Bryozoen des süssen Wassers gehören hierher, nämlich

die festsitzenden Colonieen der *Plumatellidae*, mit *Plumatella* und *Alcyonella*; und

die scheibenförmigen kriechenden *Cristatellidae*. *Cristatella*.

Nitsche u. A. fassen diese beiden Ordnungen als *Ectoprocta* zusammen (Analöffnung ausserhalb des Tenkelkranzes) und fügen diesen eigentlichen Bryozoen die Gattungen *Pedicellina* und *Loxosoma* als *Endoprocta* an.

## VI. Rotatoria. Räderthiere.

Ihr Körper ist mehr oder weniger deutlich gegliedert; das Kopfende trägt einen Wimperapparat. Das Nervensystem besteht wenigstens in einem Hirnganglion mit davon ausstrahlenden Fäden. Verdauungsorgane und eigenthümliches Respirationssystem entwickelt. Ohne Herz und Blutgefässe. Geschlechter getrennt. Der Körper der meisten Gattungen endigt mit einem stielartigen Abschnitt, welcher mit einem verschmolzenen Fusspaare (eines Arthropoden) verglichen werden kann und an seinem Ende eine bewegliche Zange trägt.

I. Familie. *Tubicolaria (Carus)*.

Fuss lang, dicht quergeringelt. Sitzen meist mit dem Fusse fest und stecken in Hülsen.

*Floscularia*. *Melicerta*. *Conochilus*.

II. Familie. *Philodinaea (Ehbg.)*

Die längeren Glieder des Fussabschnittes schieben sich fernrohrartig in einander.

*Rotifer*. *Philodina*.

III. Familie. *Hydatinea (Carus)*.

Fuss kurz, ohne Ringel oder Gliederung. Haut weich.

*Hydatina*. *Notommata*.

IV. Familie. *Brachionea (Carus)*.

Die Haut erstarrt zu einem Panzer, aus dessen hinterem Ausschnitt der Fuss hervortritt.

*Euchlanis*. *Brachionus*. *Pterodina*.

## VII. Chaetopoda. Borstenwürmer [1]).

Körper gegliedert. Bewegungsorgane einzeln oder in Bündeln stehende Chitin-Borsten. Schlundring mit Bauchganglienkette.

1) Egel und Borstenwürmer werden gewöhnlich als Gliederwürmer, *Annelides* oder *Annulata* vereinigt.

1. **Ordnung.** *Oligochaeta* s. *Lumbricina*. Regenwurmartige Borstenwürmer. Fühlerlose Gliederwürmer mit seitlichen Borstenbündeln (1 bis 8 Borsten im Bündel), neben welchen nie Cirren, Hautblättchen oder Kiemen stehen. Zwitter.
*Aeolosoma*. *Nais*. *Chaetogaster*. *Tubifex*. *Phreoryctes*. *Lumbricus*.

Uebergangsformen zur 2. Ordnung bilden die Seekahlwürmer (Haeckel). *Capitella*. *Polyophthalmus* u. s. w.

2. **Ordnung.** *Polychaeta*. Neben den Borsten, welche in Bündeln und Kämmen zu mindestens je 8 Stück bei einander stehen, befinden sich verschiedene Hautanhänge in Gestalt von Lippen, Blättchen, Fäden u. s. w. Geschlechter getrennt. Seethiere.

I. Familiengruppe. *Capitibranchia*. Kopfkiemer.
Kiemen und Fühleranhänge sind an den Kopfsegmenten angehäuft. Ohne ausstülpbaren Rüssel und Zähne. Leben in selbstgefertigten Röhren, welche nur ausnahmsweise einzelne verlassen.
*Amphicora*. *Filograna*. *Serpula*. *Sabella*. *Pectinaria*. *Terebella*.

II. Familiengruppe. *Dorsibranchia*. Rückenkiemer.
Kiemen an den mittleren Segmenten. Die Seitenhöcker mit den Borsten sehr entwickelt. Kopfsegment meist mit Augen und Fühlern. Meist ein vorstreckbarer Rüssel mit Zähnen. Leben nur ausnahhmsweise in Röhren, sondern schweifen meist frei umher, manche sogar im offenen Meere schwimmend (*Alciope*).
*Arenicola*. *Cirratulus* *Chaetopterus*. *Syllis*. *Autolytus*. *Phyllodoce*. *Nereis*. *Eunice*. *Polynoe*. *Aphrodite*.

## VIII. Brachiopoda. Armfüsser.

Davidson, Klassifikation der Brachiopoden, übersetzt von Marschall und Suess. Wien. 1856.

Hancock, *On the Organisation of the Brachiopoda*. *Transactions of the R. society*. London, 1858.

Lacaze-Duthiers, *Histoire de la Thécidie*. *An. d. sc. natur.* 1861. (Embryologie.)

Morse, *Embryology of Terebratulina (Mem. of the Boston Society of Nat. H.* II.

Morse, *On the systematik position of the Brach. Proceedings of the Boston Soc. of N. H.* XV. 1873.

Eine mantelähnliche Hautfalte sondert eine zweiklappige muschelähnliche Schale ab. Rücken- und Bauchklappe. Von jener ausgehend ein schleifenförmiges Gerüst, von welchem die Arme gestützt werden. Die Schale von Porengängen durchbohrt. Die Schale ist mit dem Thier nur durch Muskeln verbunden, welche die Klappen öffnen und schliessen. Zwischen zwei spiralig gewundenen, wimpernden und als Kiemen dienenden hohlen Armen die Mundöffnung. Die Analöffnung fehlt bei mehreren (z. B. *Phecidium*). Der Darmkanal ist von einer Peritonealhöhle umgeben. Das Nervensystem besteht aus einer Ganglienmasse am Oesophagus, zwei seitlichen, den Bauchsträngen der Würmer vergleichbaren Nerven und verschiedenen Mantel- und Muskelnerven.

Ein Herz liegt in der Nähe des Magens; das in mehreren Arterien von dort aus sich verbreitende Blut sammelt sich in ausgedehnten Sinussen des Mantels, welche mit der den Darm umgebenden Höhle und anderen zwischen die Muskeln sich erstreckenden Bluträumen zusammen zu hängen scheinen.

Die Geschlechtsprodukte entwickeln sich meist in den Mantelblättern. Geschlechter getrennt. Ein oder zwei Paar Eileiter mit trompetenförmiger innerer Oeffnung scheinen den Segmentalorganen der Würmer homolog zu sein; desgleichen die Samenausführungsgänge.

Die Entwicklung bietet die meisten Anknüpfungspunkte mit derjenigen der Anneliden.

Alle lebenden Arten sitzen fest, entweder vermittelst eines sehnigen Stieles oder indem eine Schale anwächst.

1. **Ordnung.** *Ecardines.* Angellose. *Lingula.* Schalen hornig, gleichklappig. Längerer Stiel. *Crania.*
2. **Ordnung.** *Testicardines.* Angelschalige. Schalen angelartig in einander gelenkt.
   *Calceola. Productus. Spirifer. Terebratula. Waldheimia. Thecidia.*

---

Die Armfüsser wurden und werden noch von einzelnen Zoologen für Verwandte der Weichthiere angesehn. Ihre Anatomie, namentlich aber die Entwicklung macht es wahrscheinlicher, dass sie ein schon in den ältesten Zeiten abgelöster und sehr conservativer Ast von wurmartigen, unbekannten Thieren sind.

Mit diesen Abtheilungen sind die Formen, in welchen der Wurmtypus sich ergeht und wiederholt kaum erkennbar abschweift, keineswegs erschöpft. Es bleiben noch einzelne Gattungen und

kleinere Gruppen übrig, an deren Bewältigung der Anfänger sich zu machen hat, nachdem er die obigen Klassen sammt ihrer Anatomie und Entwicklung sich angeeignet. Solche sind:

*Sagitta*, sich nähernd den Nematoden,
Echinoderen, sich nähernd den Nematoden,
Ichthydinen, sich nähernd den Turbellarien u. Räderthieren,
*Balanoglossus*[1], (*Enteropneusti*), sich nähernd den Gliederwürmern,
*Myzostomum*, sich nähernd den Chätopoden,
*Tomopteris*, sich nähernd den Chätopoden.

---

Hautbedeckung und Bewegungsorgane. Bei sehr vielen Würmern, auch solchen, welche später eine dicke Cuticula besitzen, tragen die Embryonen und Larven einen völligen oder nur auf gewisse Körperstellen beschränkten Wimperbesatz. Dieser bleibt gewöhnlich an den Kiemen der Chätopoden zeitlebens, und bei den Turbellarien flimmert die ganze Oberfläche. Wo die Oberfläche nicht mit Wimpern bedeckt ist, wird von der Epidermiszellenschicht (der Hypodermis) eine verschieden dicke homogene Cuticula mit Porenkanälen und mancherlei schuppen- und stachelförmigen Gebilden abgesondert, welche alle mehr oder weniger chitinisiren. Oft ist auch eine eigentliche zellige Hypodermis nicht vorhanden, sondern blos eine protoplasmatische Matrix: so bei den Moos- und den Räderthieren, deren Gehäuse und Panzer auf diese Cuticularausscheidungen zurückzuführen sind, bei jenen mit Kalkeinlagerungen. Ecto-Endocyste. Im Allgemeinen sind auch die mannigfaltigen Borsten, Haare und Haken solche chitinisirte Ausscheidungen der Hypodermis.

In der Hautbedeckung der Strudelwürmer sind die

---

1) Die Larve als *Tornaria* bekannt.

sogenannten stabförmigen Körperchen sehr verbreitet, welche in Zellen entstehen und später, mit dem einen Ende die Oberfläche erreichend, senkrecht zur Körperaxe gestellt sind. Sie scheinen nicht von einer und derselben Beschaffenheit zu sein, sondern bald als Tast-, bald als Nessel- und Giftorgane zu functioniren. Ihrer morphologischen Bedeutung nach scheinen sie niedere Entwicklungszustände von Nesselorganen zu sein. (Graff). Ihr Vorkommen auch bei den Infusorien bei gleichfalls flimmernder Körperoberfläche deutet auf die Verwandtschaft der Gruppen.

Als besonders wichtig für die Charakterisirung des Würmer-Stammes gilt die enge Verbindung der Hautbedeckungen mit einem Muskelschlauche, dessen Anordnung und nähere Zusammensetzung sogar (von Schneider) zum Ausgangspunkt für die Klasseneintheilung gemacht wurde. Nimmt man die Bryozoen und Räderthiere aus, so stehen auf der einen Seite die Platyhelminthen, deren „Muskeln räumlich nicht von der Haut getrennt" sind, auf der andern die Nematoden, Chätopoden u. a., wo die Muskelschicht scharf von der Hautschicht abgegränzt ist[1]).

---

1) Schneider's System: ***Platyhelminthes.*** Muskelfasern in das Hautgewebe eingebettet. Längs-, Quer- und Sagittalmuskelfasern bilden ein Muskelgerüst. I. Schiefgekreuzte Muskelfasern vorhanden: ***Trematoda. Dendrocoela. Hirudinea. Peripatus.*** II. Schiefgekreuzte Muskelfasern fehlen: ***Cestoidea. Rhabdocoela.***

***Nemathelminthes.*** Haut- und Muskelgewebe des Leibesschlauches in zwei Schichten getrennt. I. Muskeln des Leibesschlauches entweder eine Schicht von Längsfasern — ***Nematoidea. Sagitta. Rhamphogordius*** — oder zwei Schichten, eine äussere von Quer- und eine innere von Längsfasern bildend — ***Chaetopoda.*** Im letzteren Fall sind immer Seitenfelder (s. unten) vorhanden. —

Eine eigenthümliche Bildung in der dritten Haut- oder Rindenschicht der Cestoden sind die Kalkkörperchen, verkalkte Zellen der bindegewebigen Grundsubstanz, aus organischem Strome und kohlensaurem Kalke bestehend.

Innerhalb der Bryozoen scheinen bezüglich der Muskulatur bedeutende Abstufungen obzuwalten. Sie erhebt sich bei einzelnen See-Formen (*Zoobotryon*) kaum über die Beschaffenheit von Sarcodesträngen, wie denn auch das den Stock dieser Gattung durchziehende Organ, welches an anderen Arten als ein die gemeinsamen Bewegungen regelndes Nervensystem gedeutet wurde, nichts als ein verzweigter und veränderlicher Sarcodestsrang ist (nach Reichert). Bei den höheren (Süsswasser-) Gattungen wird aber ein förmlicher Muskelschlauch mit Längs- und Querfasern unterschieden, wozu die die Lei-

---

II. Muskeln des Leibesschlauches eine innere Längs- und äussere Querfaserschicht bildend. Seitenfelder fehlen. *Acanthocephala. Gephyrea.*

Die Nematoden, unsere *Nemathelminthes*, theilt Schneider so ein:

I. *Polymyarii.* Muskeln des Körpers aus vielen neben und hinter einander liegenden Zellen gebildet. *Ascaris. Eustrongylus. Filaria.*

II. *Meromyarii.* Muskeln aus 8 Längsreihen hinter einander liegender Zellen gebildet. *Oxyuris. Strongylus. Pelodera. Leptodera.*

III. *Holomyarii.* Muskeln nicht oder nur in der Längsrichtung getheilt. *Anguillula. Trichina. Trichocephalus. Mermis. Gordius.*

Das System ist künstlich. Die sogenannten Holomyarien sind hinsichtlich der Muskulatur nur unwesentlich von den Polymyariern unterschieden, indem sie mehr oder weniger langgestreckte Muskelzellen besitzen. (Bütschli).

beshöhle durchsetzenden, zur Einstülpung der vorderen Körpertheile dienenden Muskelbänder kommen.

Die Räderthiere haben keinen Hautmuskelschlauch, sondern freie, die Leibeshöhle durchsetzende Muskeln, welche oft sehr deutlich quergestreift sind und überhaupt mehr denen der Arthropoden gleichen.

Nervensystem und Sinnesorgane. Am klarsten unter den niederen Würmern sind die Verhältnisse bei den Turbellarien. Ihr Nervensystem besteht aus einem Doppelganglion, von dem die Augennerven und Stämme, nach dem Hinterende vollständig getrennt verlaufend, entspringen. Die beiden Ganglienmassen sind bei den Nemertinen durch zwei, den Rüssel umfassende Commissuren verbunden. Aehnliches ist bei den Saugwürmern beobachtet, wogegen ein Nervensystem der Cestoden mit Sicherheit nicht entdeckt ist. Auch bei den Moosthieren ist ein Schlundring mit gangliöser Anschwellung vorhanden oder blos das Ganglion, und zwar zwischen Oesophagus und Analregion. Ob das oben bei Zoobotryon berührte „communale Bewegungsorgan“ nicht bei höheren Gattungen als „Colonial-Nervensystem“ auftritt, bedarf wohl erneuter Untersuchungen, hat aber nichts Unwahrscheinliches. Die Räderthiere besitzen nur ein auf dem Schlunde liegendes Ganglion. Complicirtere Verhältnisse treten bei den Rundwürmern auf, wo von einem unfern der Kopfspitze liegenden Schlundringe verschiedene Nervenstämme abgehen. Diese sind am deutlichsten in die Seitenfelder (s. u.) hinein zu verfolgen und treten bei den frei lebenden Formen sogar durch röhrenförmige Hautfortsätze frei an die Oberfläche. Unbekannt ist das Nervensystem der Kratzer.

Die Gephyreen haben einen sehr einfachen Schlundring mit kaum angedeuteter oberer Anschwellung, von dem ein einfacher Bauchstrang abgeht.

Der höheren Gliederung der Annulaten, d. h. also der Hirudineen und Borstenwürmer, ist ihr höher entwickeltes Nervensystem conform, welches in der Anordnung der Haupttheile demjenigen der eigentlichen Gliederthiere entspricht. Es besteht aus dem Schlundringe und einer Reihe, durch Längs- und Quercommissuren verbundener Doppelganglien, der Bauchganglienkette, welche in den getrennten einfachen Nervensträngen der Trematoden und Turbellarien vorgebildet ist. Man kann verschiedener Meinung darüber sein, ob man alle Theile des Schlundringes, nämlich das *ganglion supraoesophageum*, die Commissuren und das *ganglion infraoesophageum* zusammen für das Aequivalent des Gehirns der Wirbelthiere zu nehmen habe, oder das untere Schlundganglienpaar schon zur Bauchkette rechnen solle. Die isolirte Betrachtung der Würmer nöthigt wohl nicht gerade zu der ersten Auffassung, welcher dagegen die noch weit höhere Entwicklung des Schlundringes der Insekten so günstig ist, dass Leydig einen sehr detaillirten Vergleich durchgeführt hat. Von wirklichen Homologien kann hier jedoch kaum die Rede sein. Unter den Anneliden zeigen namentlich die freilebenden, raubgierigen *Polychaeta* die stärksten oberen Schlundganglien mit seitlichen lappigen Ausbreitungen und mannigfach ausgeschnittenen Conturen.

Sehr allgemein hängen mit den oberen Gehirnganglien unpaare oder paarige Knötchen zusammen, von welchen mehr oder minder ausgedehnte Nervengeflechte sich auf den Schlund erstrecken. Man hat sie gewöhn-

lich mit den sympathischen Nerven verglichen; doch verdienen sie vielleicht wegen ihrer beschränkten Ausbreitung auf die vorderste Partie des Darmkanals diesen Namen nicht, und wäre derselbe nur da anzuwenden, wo, wie bei Hirudineen, das Bauchmark von einem langen unpaarigen Nerven begleitet wird, dessen Abzweigungen den Darmkanal in seiner ganzen Ausdehnung versorgen.

Ein eigenthümliches Schlundnervensystem besitzen die Lumbricinen. Hier finden sich (bei *Enchytraeus*) drei Paar, im 4., 6. und 7. Ring auf dem Darme aufliegende Ganglien, unter sich und mit dem Schlundring durch Commissuren verbunden.

Die Gehörbläschen mancher Würmer (*Arenicola* u. a.) sind denen der Mollusken gleich. Diejenigen mancher Turbellarien haben aber einen unbeweglichen Otolithen.

Sehwerkzeuge finden wir bei fast allen frei lebenden und umherschweifenden Würmern, am höchsten ausgebildet bei den Hirudineen und den Raub-Borstenwürmern. Schon viele Turbellarien sind mit lichtbrechenden Medien versehen, einer in Pigment eingebetteten Linse. Die Augen der Egel erscheinen als gestreckte Becher, von einer Pigmentschicht umhüllt und ausgekleidet von zellenartigen „Glaskörperkugeln". Der Axenraum enthält ein Bündel Nervenfäden mit birnförmigen, stäbchenähnlichen Enden. Im Moment, wo der Blutegel mit gestreckten Kopfe sehen will, legen sich die oberen Glaskörperkugeln zu einer gewölbten Cornea zusammen. Die Möglichkeit, dass diese Augen gelegentlich auch als Geschmacksorgane fungiren, ist von Ranke erwogen („Uebergangs-Sinnesorgane"). Bei den Annu-

laten tritt dann eine grössere Complication ein durch Differenzirung theils der Augenhüllen, theils des lichtbrechenden Apparates, theils des in den Augapfel selbst eintretenden und zur wahren *retina* werdenden Sehnerven. *Alciope*.

Sehr eigenthümliche eigenartige Sinnesorgane sind angehäuft auf dem Kopfrande mancher Hirudineen. Sie sind von becherförmiger Gestalt und die von den Augennerven sich abzweigenden Nerven endigen im Becher mit einem Büschel geknöpfter Fasern. Schmeckbecher? Auch die sogenannten Kopfspalten der Nemertinen dürften hierher gehören.

Ernährungssystem. a) Verdauungsorgan und Verdauungskanal. Die Cestoden und Acanthocephalen haben keinen zur Aufnahme von Nahrungsmitteln geeigneten Darmschlauch, sondern ihre ganze Körperoberfläche saugt die von ihren Wirthen schon vorbereiteten bildungsfähigen Nahrungsflüssigkeiten auf. Der Verdauungskanal der übrigen Würmer ist so grossen Verschiedenheiten unterworfen, wie wir sie kaum in ähnlicher Weise in anderen Abtheilungen des Thierreichs wieder finden. Die Veränderungen beziehen sich nicht nur auf die einzelnen Klassen des Wurmtypus, sie erstrecken sich als ganz wesentlich bis in die Familien hinein. Der Mund ist bald mit Kauwerkzeugen versehen, bald nicht; ein After ist meist vorhanden, fehlt aber auch oft. Den Ausgangspunkt bilden solche Vorrichtungen für die Verdauung, wie sie bei den Infusorien angetroffen werden. Und wenn dann ein eigentlicher Verdauungskanal angetroffen wird, so macht er nach Form und Eintheilung in Abschnitte die verschiedensten Modificationen durch.

Eine Anzahl Turbellarien schliessen sich an die Infusorien an, indem sie statt des Darmkanals einen verdauenden protoplasmatischen Binnenkörper besitzen. Sowohl bei diesen als bei denjenigen Dendrocoelen und Rhabdocoelen, welche einen wirklichen, von einem Epithel ausgekleideten Darm haben, findet sich gewöhnlich ein, seiner Lage nach ungemein variirender muskulöser Schlundkopf, welcher bei den Dendrocölen als lange Röhre oder sogar als ein lappig verzweigtes Organ aus seiner Höhlung hervorgestreckt werden kann. Eine Afteröffnung hat nur die kleine Gruppe der Mikrostomeen. Wenn wir aber früher die eigenthümliche Gattung *Dinophilus* den eigentlichen Turbellarien beizählten, so müssen wir jetzt die Ansicht würdigen, in ihr einen isolirten, durch die Wimperreifen an Larvenformen erinnernden Würmerzweig zu erblicken. Der complicirte Darmkanal dieser Gattung ist daher etwas Specifisches und nicht als eine Ausnahme von den Verhältnissen der Turbellarien anzusehen. Die Prostomeen (Rhabdocölen) besitzen einen von dem eigentlichen Schlundkopf völlig getrennten, in einer besonderen Höhlung liegenden kurzen Fangrüssel, wodurch man auf die Nemertinen geführt wird. Der Darmkanal derselben verläuft, dem Körperparenchym innig verbunden, in gerader Richtung. Die Mundöffnung ist gewöhnlich etwas hinter dem Vorderende, die Afteröffnung am Hinterende. Ueber oder neben dem Darmkanal liegt in einer eigenen Höhle ein langer Rüssel, dessen vorderer Theil wie ein Handschuhfinger ein- und hervorgestülpt werden kann, bis ein kalkiges, zum Verwunden der Beute dienendes Stilet zum Vorschein kommt. Der auf das Stilet folgende darmähnliche Theil des Rüssels flottirt entweder mit dem

hinteren Ende frei in der geräumigen Rüsselhöhle oder ist an der Wand derselben befestigt.

Die Trematoden schliessen sich in vieler Hinsicht an die Turbellarien an. Auch bei ihnen ist keine Afteröffnung vorhanden. Bei den meisten liegt die Mundöffnung im Grunde eines Saugnapfes; sie führt gewöhnlich in eine kurze, zum Theil von einem muskulösen Schlundkopf umgebene Schlundröhre, von welcher gabelförmig zwei blinde Därme ausgehen, die sich zuweilen (bei mehreren Arten von *Monostomum*, bei *Tristomum coccineum*) hinten wieder vereinigen. Noch einfacher verhalten sich einige Trematoden (*Aspidogaster*) mit einem einzigen Blinddarm, während andere (*Polystomum integerrimum*) durch die von den beiden Hauptstämmen des Darmkanals ausgehenden verzweigten Blindsäcke sich den Dendrocölen nähern. Am weitesten ist diese Verzweigung bei *Distomum hepaticum* gegangen. In allen diesen Fällen scheinen jedoch die Verzweigungen des Darmkanals wirklich hohl zu sein.

Die Mundöffnung der Hirudineen befindet sich, wie bei den Trematoden, im Grunde eines Saugnapfes. Die meisten Arten sind mit hornigen Kiefern ausgestattet, die bei *Sanguisuga* und *Haemopis*, drei an der Zahl, auf eben so vielen muskulösen Kieferwülsten befestigt sind, die Gestalt einer bogigen Schrotsäge haben und die bekannte dreistrahlige Wunde zurücklassen. Der Darmkanal ist nur selten (*Nephelis*) einfach schlauchartig, gewöhnlich zeigt er mehrere paarige Ausbuchtungen, kürzere oder längere, einfache oder verästelte Blindsäcke, jedoch, mit Ausnahme von *Clepsine*, nur bis zu einer gewissen Stelle, wo sich durch eine Art von Klappe die vordere, eigentlich verdauende Darmabthei-

lung von dem ausführenden Mastdarm scheidet. Dieser öffnet sich oberhalb des hinteren Saugnapfes.

Bei den Nematoden verläuft der Verdauungskanal von der terminalen Mundöffnung in gerader Richtung nach der in der Nähe der Schwanzspitze sich befindenden Afteröffnung. Zahnartige, hornige Gebilde sind nicht häufig, sehr gewöhnlich aber liegt hinter der Mundöffnung ein aus drei longitudinalen Muskelstreifen zusammengesetzter starker Schlund, mit einer kolbigen Anschwellung, dem Schlundkopfe. Die hinter dem Schlunde liegende Abtheilung des Darmkanales ist von ziemlich gleichem Kaliber, mit sehr starken Wänden versehen und endigt mit einem kurzen, durch einen Sphinkter geschlossenen Mastdarm. Der Darmkanal wird durch die ihn dicht umwickelnden Samengefässe, Eierstöcke und Eihalter, sowie durch seitliche Mesenterien in seiner Lage erhalten. Die abweichenden Verhältnisse von *Gordius* und *Mermis* sind oben (syst. Uebersicht) erwähnt.

Bei einigen Gephyreen *(Bonellia)* befinden sich die Mündungen des gewundenen Darmkanals am Vorder- und Hinterende; bei anderen *(Sipunculus* und Verwandten) steigt der Enddarm nach aufwärts, um weit vorn am Rücken zu münden. Aehnlich ist die Lage bei den Moosthieren, deren aus Munddarm, Magen und Afterdarm bestehender Nahrungskanal eine in die Leibeshöhle hineinhängende Schlinge bildet. Bei den Räderthieren, abgesehen von den bis jetzt beobachteten Männchen, welche keine Spur eines Nahrungskanals oder einen verkümmerten Darm haben, und von wenigen Formen, denen Darm und After fehlen *(Notommata anglica, Notommata myrmeleo, Not. Sieboldii)*, ist der Bau der

Verdauungsorgane sehr gleichbleibend. Die von einem oder mehreren Wimperkreisen oder Wimperbüscheln umgebene, oft eingekerbte Mundöffnung führt in eine oft sehr geräumige Mundhöhle, an deren Ende ein sehr muskulöser Schlundkopf mit zwei ein- oder mehrzahnigen, nach Gattung und Species charakteristischen Kiefern sich befindet. Der gewöhnlich kürzere Schlund geht in einen in der Regel schlauchförmigen Magen über oder wohl auch direkt in den Darm, welcher gemeinschaftlich mit der contractilen Blase in eine Kloake am Rücken ausmündet, kurz vor dem Fusse.

Der Verdauungsapparat der Borstenwürmer variirt nach Lebensweise und Nahrung. Es fehlen kieferartige Gebilde bei den mehr von Vegetabilien lebenden, während die räuberischen Rückenkiemer an der Wand des vorstülpbaren Schlundes Chitinspitzen und kieferähnliche Organe haben. Die Regenwürmer und Naiden sind mit lippenartigen, durch die Verlängerung des oder der ersten Körpersegmente entstandenen Wülsten versehen; auch kommt bei den Naiden *(Nais proboscidea)* ein merkwürdiges, zungenförmiges Hülfsorgan vor, bestehend aus zwei dicht neben einander liegenden fleischigen Streifen, das im Zustande der Ruhe ziemlich weit von der Mundöffnung zurückgezogen ist. Will das Thier Nahrung aufnehmen, so erweitert sich die Mundspalte zu einem Kreise, stülpt sich aus und die Zunge schöpft ein, wobei ihr aber der ganze Lippenkreis des Mundes, indem er sich wieder zuthut, behülflich ist. Bei der räuberischen Gattung *Chaetogaster* ist der Mund und Schlundkopf mit zahlreichen Muskelpapillen besetzt. Von allen diesen Gattungen ist der Verdauungstractus des Regenwurmes am meisten entwickelt. Er zerfällt in

die Mundhöhle, Schlundkopf, Speiseröhre, Kropf, Muskelmagen und Darm. In die Speiseröhre werden aus den daran hängenden Drüsen Kalkkörper abgesondert, welche vielleicht zum leichteren Zermalmen der Speise beitragen. Eine vom Rücken her sich in das Darmlumen senkende, gefaltete Einstülpung der Darmwand bildet die sogenannte *Typhlosolis*. Die Kopfkiemer haben einen einfachen Schlund ohne Bewaffnung, die Rückenkiemer dagegen besitzen gewöhnlich eine ausstülpbare Schlundröhre, welche häufig (*Nereis*, *Polynoe*, *Aphrodite*, *Eunice* u. a.) mit hakig gekrümmten und gezähnelten Kiefern versehen ist. Der Darmkanal hat weniger häufig einen geraden Verlauf (z. B. *Arenicola*), gewöhnlich ist er durch Biegungen oder Spiralwindungen bedeutend verlängert. Durch Einschnürungen lassen sich namentlich bei den Capitibranchiaten bestimmte Abtheilungen als Magen, Dünndarm, Dickdarm unterscheiden, weniger bei den Dorsibranchiaten.

b) Speicheldrüsen und Leber. Bei manchen Strudelwürmern (*Vortex*, auch *Dinophilus*) finden sich deutliche einzellige Speicheldrüsen, welche in den Schlundkopf oder den Schlund einmünden. Als distincte Speichel-, richtiger vielleicht pankreatische Drüsen sieht man auch die beiden massig-lappigen Organe an, welche bei den Räderthieren in den oberen Theil des Darmkanals einmünden. Im Uebrigen sind bei den Würmern separate Drüsen, welche mit Sicherheit als Verdauungssecrete absondernd betrachtet werden könnten, nicht vorhanden. Ohne Zweifel ist diese Function aber den mancherlei Zellen und Zellenschichten überlassen, welche in den Wandungen des Darmkanales liegen oder einzelne Theile des Darmrohres, wie z. B. den langen Oesophagus man-

cher Nemathelminthen, umfassen. Vielleicht haben die zahlreichen, vom Darmkanal der *Aphroditae* abgehenden, zum Theil verzweigten Blinddärme die Bedeutung von leberartigen Absonderungsorganen.

c) Blut und Gefässsystem. Bei vielen Würmern ist der Nahrungssaft nirgends in Gefässen enthalten, sondern durchtränkt den parenchymatösen Körper unmittelbar oder sammelt sich in der mehr oder minder entwickelten Leibeshöhle an. Es bedarf daher nur einer Aufzählung dieser blutgefässlosen Würmer, um aus dem Verhalten ihrer Leibeshöhle die dem Blute bestimmten Räume zu kennen. Demnach kann man weder bei Cestoden noch Trematoden das Blut sehen, da für dasselbe gar kein Reservoir vorhanden. Jedoch findet sich bei den Cestoden in der Rindenschicht ein äusserst zartwandiges plasmatisches Kanalsystem. Auch die Dendrocölen verhalten sich wohl allgemein so, während bei den Rhabdocölen sich verschiedene Lacunen finden, erfüllt mit Ernährungsflüssigkeit; sie wird wie in allen diesen Fällen, durch die allgemeinen Körpercontractionen in Bewegung gesetzt. Was man früher in allen diesen Abtheilungen als Blutgefässe beschrieben, gehört meist einem excretorischen oder respiratorischen Apparat an.

Auch die Nematoden sind mit ihrem Blut lediglich auf die oft kaum noch vorhandene Leibeshöhle beschränkt. Mit Sicherheit sind auch bei *Oxyuris* die Blutkörperchen erkannt. In den Körperwandungen der Acanthocephalen finden sich zwar zwei Längsgefässe mit vielen seitlichen, im Vordertheile ein förmliches Netz bildenden Aesten und damit das Gefässsystem der beiden sogenannten Lemniscen in Verbindung; allein die Be-

deutung der in diesen (wandungslosen) Gefässen enthaltenen Flüssigkeit ist unklar. Gefässlos sind endlich auch die Bryozoen und Räderthiere. Bei den ersteren wird die in der geschlossenen Leibeshöhle enthaltene Blutflüssigkeit durch Wimperung einzelner Stellen in Bewegung gesetzt; bei den Räderthieren aber bewegt sich das Blut blos in Folge der allgemeinen Leibescontractionen.

Die Nemertinen besitzen zwar auch eine nicht auffallend entwickelte Leibeshöhle mit einem blutähnlichen Inhalte (Chylus), daneben aber ein ganz entschiedenes Blutgefässsystem. Es sind drei Hauptlängsgefässe, ein Rückenstamm und zwei Seitenstämme. Diese vereinigen sich am Hinterende, und in der Nähe des Gehirns gabelt sich der Rückenstamm und geht mit den beiden, um die Ganglien sich schlängelnden Aesten in die Seitenstämme über, welche im Vorderende eine Schlinge bilden. Das in diesen Gefässen enthaltene Blut ist gewöhnlich ungefärbt, mitunter auch röthlich oder bläulich. Die Färbung ist entweder an die Flüssigkeit gebunden oder rührt von Blutkörperchen her.

Unter den Gephyreen hat *Bonellia* das am meisten entwickelte Gefässsystem. Im Allgemeinen ist ein Rücken und ein Bauchstamm vorhanden, welche vorn und hinten mit einander in Verbindung treten.

Wir sind damit zu den Annulaten gekommen, welche vielleicht ausnahmslos sowohl eine mit chylusartiger oder entschieden blutartiger Flüssigkeit erfüllte Leibeshöhle, als auch ein mit der Leibeshöhle entweder communicirendes (Hirudineen) oder gegen dieselbe abgeschlossenes Gefässsystem aufweisen. Die centralen Theile des letzteren bestehen in mehreren Längsstämmen,

die gewöhnlich in den Körperenden unmittelbar in einander übergehen, häufig durch grössere Quergefässe verbunden sind. Von ihnen entspringen zahlreiche, sich verzweigende und anastomosirende Gefässe als periphere Theile. Immer haben diese Gefässe eigene Wandungen, und entweder pulsiren alle Hauptstämme und die Quergefässe des Systems oder einzelne herzartige, mitunter erweiterte Abtheilungen desselben. Das Blut ist meist gefärbt (roth, grün, blau, violett u. a.), wiewohl nicht durch die Blutkörperchen. Letztere sind farblos und können sogar fehlen.

Die merkwürdigsten Verhältnisse bieten die Egel, deren Leibeshöhle nur beim Krebsegel (*Branchiobdella*) als wirkliche geräumige Höhle auftritt, mit welcher das einzige grosse, über dem Darmkanale verlaufende Ringgefäss communicirt. Bei den übrigen Egeln ist durch Entwicklung eines Bindegewebes und Verdickung des Hautmuskelschlauches die Leibeshöhle auf zwei oder drei gefässartige Längsräume reducirt, die sogenannten Seitengefässe und das Bauchgefäss. Ihre wahre Natur als Leibeshöhle ergiebt sich daraus, dass bei verschiedenen Gattungen die sogenannten Schleifenorgane, welche entschieden nach der Homologie mit den andern Ringelwürmern der Bauchhöhle angehören, frei in die Seitenstämme einmünden, und dass innerhalb des Bauchgefässes die Bauchganglienkette oder auch wohl (*Clepsine, Piscicola*) ein Theil des Darmkanales liegt. *Nephelis* greift nochmals, wenn man die Verhältnisse consequent betrachtet, in die gefässlosen Würmer hinüber; ihr Blut fluctuirt, bei Abwesenheit des Rückengefässes, blos in den „Seitengefässen" und ihren zahlreichen Anastomosen und dem „Bauchgefäss". Am meisten ausge-

bildet ist das System der Gefässe und gefässartigen Bluträume bei *Hirudo* und den nächst verwandten Gattungen. Das Rückengefäss communicirt nur hinten mit dem Bauchgefässe. Die Seitengefässe sind die Arterien, deren Verzweigungen in Capillarnetze übergehen. Hieraus gelangt das Blut in das Bauch- und Rückengefäss, welche als grosse Venen anzusehen sind, und das Blut einem zweiten Hautcapillarsystem zur Athmung zuführen.

Bei den Borstenwürmern werden also die Seitengefässe der Hirudineen durch die Bauchhöhle repräsentirt, gegen welche das eigentliche Gefässsystem abgeschlossen zu sein scheint. Am meisten fallen dabei die Bauch- und Rückenstämme in die Augen. Das Blut wird in der Regel im Rückengefäss von hinten nach vorn getrieben und tritt im Kopfende durch grössere Gefässschlingen, aber auch durch die übrigen Queranastomosen in das Bauchgefäss über und kann nur uneigentlich als arteriell und venös geschieden werden; nicht selten muss sogar das Blut durch dieselben Gefässe von den Kiemen zurückkehren, durch welche es dahin gelangt ist (z. B. bei *Amphicora*), und hier ist also eine solche Scheidung willkürlich oder auch unmöglich.

Bei den Lumbricinen und Naiden, denen sich *Amphicora* anreiht, ist das Rückengefäss eng mit den Darmwandungen verwachsen, gabelt sich im Vorderende und geht, so den Schlund umfassend, in das Bauchgefäss über, mit welchem es jedoch auch in den übrigen einzelnen Körpersegmenten, namentlich im Vorderende, durch Quergefässe verbunden ist.

Von den genannten Borstenwürmern unterscheiden sich die übrigen, Capitibranchiaten und Dorsibranchiaten durch eine Vermehrung der Hauptgefäss-

stämme, auch treten durch das Vorhandensein von äusseren Kiemen, wie schon bei *Amphicora*, neue Veränderungen ein. Am gewöhnlichsten ist die Verdoppelung sowohl des Rücken- als des Bauchgefässes, in welchem Falle gewöhnlich ein Rückengefäss und ein Bauchgefäss mit dem Darme, die beiden übrigen Stämme mit den Körperwandungen enger verbunden sind. Nicht selten sind auch diese Hauptgefässe streckenweise oder ganz in zwei bis drei Stämme gespalten. Da die Blutbewegung längs des Rückens von hinten nach vorn geschieht, so kann man bei den Capitibranchiaten das Rücken-Darmgefäss, welches gewöhnlich das Blut zu den Kiemen führt, als Körpervene oder Kiemenarterie, das Hauptbauchgefäss aber, welches das Blut aus den Kiemen aufnimmt, als Körperarterie bezeichnen, obwohl auch hier von einer strengen Trennung in arterielles und venöses Blut der vielen Queranastomosen wegen nicht die Rede sein kann. Noch unausführbarer ist diese Scheidung bei den Dorsibranchiaten, deren Kiemen aus den Quergefässen des Blut empfangen.

d) Respirationsorgane. Bei den im Inneren anderer Thiere schmarotzenden Würmern kann von eigentlicher Athmung nicht die Rede sein. Auch denjenigen Eingeweidewürmern, welche auf der äusseren Haut des Wohnthieres, auf den Kiemen u. s. w. leben, scheinen die besonderen Athmungswerkzeuge zu mangeln.

Gewiss findet bei allen Strudelwürmern eine Hautrespiration statt, daneben sind aber in allen drei Ordnungen Respirationsorgane in Form eines Wassergefässsystems erkannt, am klarsten bei den Rhabdocölen. Es besteht in der Regel aus zwei Hauptkanälen, die entweder gesondert nach aussen münden (*Prosto-*

*mum*, *Derostomum*, *Typhloplana sulphurea)*, oder vermittelst starker Querkanäle durch eine gemeinschaftliche Oeffnung des Wasser aufnehmen (z. B. *Mesostomum)*. Die feineren Verzweigungen dieser Wasserkanäle sind schwieriger, aber doch häufig genug zu beobachten. Das Wasser wird in ihnen durch hie und da angebrachte Flimmerläppchen in Bewegung gesetzt, doch scheint dies allein nicht auszureichen, die Stagnation zu verhüten, und um das Wasser gänzlich zu erneuen, ziehen sich die Rhabdocölen oft plötzlich zusammen, wie die Räderthiere, wodurch die Flüssigkeit auf ein Mal aus den Gefässen gepresst wird. Bei der Ausdehnung wird dann frisches Wasser eingesogen. Auch ist öfters an den Stigmen das äussere Flimmerepithelium besonders ausgebildet und thätig, so dass an diesen Mündungen die den ganzen Körper umspülende Wasserströmung verstärkt ist. Bei vielen Mesostomeen beginnt das Wassersystem mit einem becherförmigen, contractilen Schlauche, wodurch das Ganze dem Gefässsystem der Cestoden und Trematoden sehr ähnlich wird.

Den Körper der Dendrocölen durchzieht gleichfalls ein mit Wimperläppchen in den feineren Verzweigungen versehenes Wassergefässsystem, und ein solches ist vielleicht auch bei allen Nemertinen vorhanden, wo es bis jetzt bei zwei Arten, *Prorhynchus stagnalis*, aus dem süssen Wasser, und *Testrastemma obscurum* gefunden.

Unzweifelhafte Athmungsorgane sind ausserdem blos die äusseren Kiemen der polychäten Annulaten. Sie sind an den verschiedensten Körperabschnitten und in mannigfacher Gestalt angebracht. Es sind Fäden und einfache oder verästelte Läppchen und Bäumchen, die

häufig contractil und entweder ganz mit Flimmerepithelium überzogen oder nur mit einigen Cilienreihen versehen sind.

Die Kiemen mancher Capitibranchiaten liegen am Kopfende in der Ebene der Körperaxe und bestehen aus einem oder zwei gefiederten Stämmen *(Sabella, Serpula)*, während andere Kopfkiemer die gefiederten oder baumförmigen Kiemen im Nacken haben *(Amphitrite. Terebella)*. Die vielgestaltigen Kiemen der Dorsibranchiaten stehen paarweise auf den meisten, namentlich auf den mittleren Körperabschnitten. Sie sind bei den Ariciden und Nereiden zu einfachen Blättchen verkümmert und scheinen den Aphroditen ganz zu fehlen. Bei diesen wird aber wahrscheinlich die Kiemenrespiration durch Aufnahme von Wasser in die Leibeshöhle ersetzt. Darauf deutet das den gesammten Bauchraum überziehende Flimmerepithelium hin; auch sind unter dem Rückenfilze zahlreiche offne Röhrchen beobachtet, welche das Wasser ein- und auslassen.

e) Excretionsorgane. Wenn eben auf die Unmöglichkeit einer wirklichen Athmung bei den Binnenwürmern hingewiesen wurde, so macht sich aus demselben Grunde das Bedürfniss einer geregelten Secretion geltend. Die gefässartigen Secretionsapparate aller dieser Eingeweidewürmer sind lange Zeit theils für wirkliche Blutgefässe, theils für Wassergefässe im Dienste der Athmung gehalten worden, wie man wohl auch umgekehrt, wegen der morphologischen Uebereinstimmung, das Wassergefässsystem der Turbellarien hat zu einem excretorischen Apparat machen wollen.

Die Anlage der excernirenden Drüse ist bei Cestoden und Trematoden gleich. Am Schwanzende mün-

det ein contractiler Schlauch, welcher eine helle, viele Körner und Bläschen enthaltende Flüssigkeit entleert. Die von ihm ausgehenden Hauptkanäle (4 bei den Cestoden, 2 bei den Trematoden) verzweigen sich durch den ganzen Körper. Sowohl in den Haupt- als in den Nebengefässen finden sich zahlreiche Flimmerläppchen. Bei manchen Cestoden scheint der pulsirende Schlauch mit Beginn der Gliedablösung verloren zu gehen, bei anderen, z. B. *Taenia cucumerina*, bildet er sich immer wieder. Bei den *Ligulae* bleibt die Schwanzöffnung zeitlebens. Was aber die vier Seitengefässe selbst bei den Cestoden angeht, so erstrecken sie sich durch die ganze Reihe der Proglottiden, indem sie die einzelnen Glieder mit einander verbinden.

Die Muskelschicht der Nemathelminthen wird seitlich[1]) durch die körnigen und kernhaltigen Seitenfelder unterbrochen. In jedem derselben liegt ein excernirendes Gefäss. Beide vereinigen sich in der hinteren Gegend des Oesophagus, und der gemeinschaftliche Ausführungsgang mündet etwas weiter vorn an der Bauchseite.

Fast ausnahmslos finden sich in der Leibeshöhle der Räderthiere ein Paar längs der beiden Seiten verlaufende Kanäle mit zelliger Wandung, deren Ausläufer die sogenannten Zitterorgane sind. Letztere sind entweder cylindrisch oder münden trompetenförmig. Immer nämlich scheinen sie nach der Leibeshöhle offen zu sein,

---

1) Dies ist allerdings die herkömmliche Bezeichnung, allein sowohl in der Ruhe als in der Bewegung liegen die Nematoden auf einer dieser Seitenflächen. Die Bewegungen geschehen schlängelnd durch Krümmungen der sogenannten Bauch- und Rückenfläche nach rechts und links.

und inwendig haben sie mehrere Flimmerläppchen. Ihre Zahl übersteigt selten zehn; nur in einigen Species von *Notommata (myrmeleo, syrinx* u. a.) ist sie sehr vermehrt, und dann sitzen die Zitterorgane auf einem besonderen Aste der Kanäle. Das so beschaffene Röhrensystem jeder Seite mündet in eine contractile, mit der Cloake in Verbindung stehende Blase.

Bei den Annulaten tritt der excretorische Apparat in Form der Schleifenkanäle oder — nach einer neueren Benennung — Segmentalorgane auf, flimmernden Kanälen, welche in den meisten oder gewissen Segmenten sich wiederholen mit einer freien, der Leibeshöhle zugekehrten Mündung und einer Oeffnung nach aussen. Sie sind paarig und münden am Bauche. Die Erkenntniss derselben wird nur da erschwert, wo sie unter gewissen Modificationen auch als Ausführungsgänge der Geschlechtsproducte verwendet werden, z. B. bei den Lumbricinen. Ganz drüsig, ohne alle Beziehung zu den Geschlechtsorganen, sind sie bei den Kieferegeln, gewöhnlich 17 Paare.

Bei *Serpula* und *Sabella* sondern einige vordere Segmentalorgane die Röhrensubstanz aus.

Nichts Anderes, als ein Excretionsorgan, dürfte die baumförmige in den Afterdarm mündende Drüse der *Bonellia* sein, deren Endäste mit offenen Flimmertrichtern versehen sind. Bei anderen Gephyreen kommen paarige schlauchförmige Organe vor, die theils die Geschlechtsproducte enthalten, theils excretorischer Natur sind und vielleicht sowohl dem Excretionsorgan der niederen Würmer, als den Schleifenkanälen der höheren morphologisch äquivalent sind.

Geschlechtswerkzeuge. Zu den hermaphroditischen Platyhelminthen gehören sämmtliche Dendrocölen, fast alle Rhabdocölen, alle Cestoden und Trematoden, mit Ausnahme von *Distoma haematobium.* Diese zeigen in den Grundzügen ihres Geschlechtsorganismus eine grosse Uebereinstimmung. Die weibliche Geschlechtsdrüse zerfällt in zwei räumlich getrennte und an Umfang sehr verschiedene Partieen. Die kleinere ist der sogenannte Keimstock, in welchem die Keimbläschen und ein eigenthümlicher feinkörniger Dotter gebildet werden, den man den Befruchtungsdotter nennen kann. Mit ihm nämlich kommen die Spermatozoen in Berührung vor dem Hinzutritt des in den ausgedehnten, nur den marinen Dendrocölen mit getrennten Geschlechtsöffnungen fehlenden Dotterstöcken bereiteten grobkörnigen Dotters. Nur bei *Taenia* (nachgewiesen bei T. *mediocanellata* und *solium)* fehlen höchst auffallender Weise diese Dotterstöcke und es bilden sich in den bisher dafür gehaltenen breitlappigen Organen alle Bestandtheile der Eier, bis auf ein Eiweiss. Das letztere entsteht in der darunter liegenden glashellen und netzförmigen Albumindrüse (Keimstock in Leuckarts Werk). Da wo die Ausführungsgänge der genannten Organe sich vereinigen oder in einander münden, bei den Cestoden noch unter Hinzutritt eines Complexes einzelliger Schalendrüsen, ist auch der Eingang in den Uterus. Entweder in ihm selbst oder an seinem Eingang geschieht die Vereinigung der Eielemente unter einander und mit dem Samen, welcher letztere durch die Scheide eingeführt wurde. Die Ausdehnung des Uterus ist sehr verschieden, je nachdem die Eier einzeln ausgestossen werden *(Prostomum*, viele

Vortex u. a. Planarien) oder in grosser Anzahl sich anhäufen (Trematoden. Cestoden). Die Trematoden und *Bothriocephalus* besitzen für den Uterus eine besondere, von der Scheidenöffnung verschiedene Uterusmündung. Bei den Taenien werden die Eier nur durch Zerstörung des Uterusschlauches frei. Die den Dendrocölen meist fehlenden, jedoch bei den oben bezeichneten marinen Dendrocölen oft vorhandenen weiblichen Samentaschen kommen sehr allgemein bei den Cestoden, als Erweiterung der Scheide, ganz besonders aber bei den Trematoden und Rhabdocölen vor. Während die meisten von ihnen nur ein einfaches sackförmiges Behältniss zur Aufnahme und Beherbergung des Samens bis zur Befruchtung besitzen, ist bei den typischen Arten von *Mesostomum*, wie bei vielen Insecten, eine *bursa copulatrix* und, in unmittelbarer Verbindung mit dem Keimstock, ein *receptaculum seminis* vorhanden.

Die Hoden der Cestoden sind in Form zahlreicher Bläschen durch das Parenchym zerstreut. Sonst sind sie in der Regel paarig. Die *vasa deferentia* bilden bei den Dendrocölen vor dem Penis starke Anschwellungen, welche als *vesiculae seminales* fungiren; bei den übrigen Platyhelminthen münden sie in eine besondere, mit dem Begattungsglied in Verbindung stehende Samenblase. Jenes, das Begattungsorgan, ist bei den Rhabdocölen oft durch feste, hornartige Gebilde der verschiedensten Form ausgezeichnet.

Bei den Turbellarien dieser Abtheilung und manchen Planarien ist noch eine accessorische Drüse auf der Seite des männlichen Apparates zu nennen, deren körniges Secret in der Samenblase oder in einer

mit dem Penis in Verbindung stehenden Höhlung angehäuft wird.

Die männliche und die weibliche Geschlechtsöffnung pflegen bei Cestoden und Trematoden gemeinschaftlich in einer mässigen Vertiefung zu liegen. Bei den Dendrocölen und Rhabdocölen aber führt der *porus genitalis* in eine weite Vorhöhle, in welche die verschiedenen Organe und deren Ausführungsgänge einmünden, wenn nicht, wie bei vielen marinen Planarien, die Geschlechtsöffnungen ganz von einander getrennt sind.

Die Nemertinen, die Familie der *Microstomeae* und die Gattung *Dinophilus* sind getrennten Geschlechtes. Bei den Nemertinen liegen in unbestimmter Anzahl zu beiden Seiten des Darm- und des Rüsselkanals Drüsen, welche Samen oder Eier absondern und diese durch eigene Oeffnungen, ohne dass Begattungsorgane vorhanden wären, entleeren. Bei den Microstomeen ist ein einfacher Eierstock oder Hode vorhanden. Die männlichen Geschlechtstheile von *Dinophilus verticoides* sind paarig. Auf jeder Seite ist ein schlauchförmiger Hode, welcher mit einer Samenblase in Verbindung steht; die kurzen Ausführungsgänge der Samenblasen stossen unterhalb des Mastdarms zusammen und sind, wie dieser, von einem starken Sphincter geschlossen. Die gemeinsame Intestino-Genitalöffnung liegt über dem Schwanze. Beim Weibchen lassen sich Dotter- und Keimstöcke als gesonderte Organe nicht unterscheiden. Die Eier entwickeln sich in vier elliptischen Behältern, welche, sobald sie mit Eiern angefüllt sind, ganz ausgestossen werden. Ein grosses dünnwandiges *receptaculum seminis* steht mit der Analöffnung in Verbindung. Auch bei den Rundwürmern und Kratzern sind die männlichen und

weiblichen Generationsorgane auf verschiedene Individuen vertheilt; jede Ordnung verhält sich aber wiederum eigenthümlich.

Die Innenwand des sogenannten *ligamentum suspensorium* der ♀ Acanthocephalen fungirt als Ovarium. Bei *Echino giger* treten die Eier direct aus dem Ligament in den Leitungapparat. Bei den meisten Arten aber gelangen sie durch Bersten der Wandung des Ligamentes in die Leibeshöhle, werden von der Glocke aufgeschluckt und durch Uterus und Scheide entleert. Auch die Samensecretion geht in der Wandung des Suspensorium vor sich, mit anderen Worten: dieses Organ ist Hoden oder überzieht nur die beiden Samendrüsen. Die unteren Anschwellungen der beiden *vasa deferentia* bilden Samenblasen, von wo, an accessorischen Drüsen vorüber, der Same durch den Begattungsapparat nach Aussen geleitet wird.

Die weiblichen Organe der Rundwürmer stellen einen einfachen oder gabeligen Blindsack, die männlichen immer eine einfache lange Röhre dar. Dort lassen sich die verschiedenen weiteren und engeren Abtheilungen als Ovarium, Eileiter, Uterus und Scheide, weit nach vorn mit einem Querspalt mündend, hier als Hode, *vas deferens*, *vesicula seminalis* und *ductus ejaculatorius* unterscheiden. Mit dem *duct. ejacul.* steht die Penisscheide in Verbindung. Der aus harter Substanz bestehende einfache oder doppelte Penis ist von sehr verschiedener Form. Als Hülfsbegattungsorgane dienen den Männchen mancherlei äussere Anhänge, auch scheint häufig, wie bei den Acanthocephalen, ein Kitt zur innigeren Vereinigung der Begattungsorgane verwendet zu werden.

Ueber die Geschlechtsverhältnisse der Gephyreen herrschen noch manche Zweifel. Am besten ist *Sipunculus* bekannt. Dieser Wurm ist hermaphroditisch. Die Eier entstehen in Schläuchen, eingesenkt in die Körperbedeckungen, von wo sie in die Leibeshöhle gerathen. Die Hoden sind zwei unfern der Analöffnung mündende Schläuche.

Die Bryozoen sind Hermaphroditen und zwar entwickeln sich Eier und Samen nicht in besonderen Organen, sondern an verschiedenen Stellen der Leibeshöhle, (des Cystids) meist an dem, den Darm mit der Wandung verbindenden Strange. Die Geschlechtsproducte fallen in die Leibeshöhle und werden meist durch besondere feine Oeffnungen entleert.

Die Räderthiere sind getrennten Geschlechts. Von den meisten Arten sind bis jetzt nur die Weibchen bekannt geworden, während die kleinern Männchen überall nur periodisch aufzutreten scheinen und durch den Mangel des Verdauungsapparates auffallend anders organisirt und gestaltet sind. Der weibliche Apparat besteht in einem einfachen oder doppelten schlauchförmigen Ovarium, mit Ausführungsgang in die Cloake. Dotterbildung und Bildung der Keimbläschen erscheint nicht selten verschiedenen Stellen übertragen. Der Hode ist einfach, blasenförmig und mündet in die, ausser ihm nur noch die contractile Blase aufnehmende Cloake ein.

Verschiedene Umstände sprechen dafür, dass die Räderthierweibchen periodisch unbefruchtete Eier zur Entwicklung bringen können (Sommereier). Aus ihnen würden mehrere Generationen von Weibchen und schliesslich auch Männchen hervorgehen.

Nach den Sommereiern entwickeln sich die hartschaligen sogenannten Wintereier.

Die Egel, Regenwürmer und Naiden sind Zwitter mit gegenseitiger Befruchtung. Die Geschlechtsöffnungen liegen am Bauche im Vordertheile, die weiblichen hinter den männlichen. Die Begattung geschieht, indem sich die entgegengesetzten Körperenden der beiden Individuen an einander legen. Von den Hirudineen mag *Hirudo medicinalis* als Vorbild dienen: ihm schliessen sich die übrigen mit einigen, namentlich auf die Zahl der Hoden bezüglichen Abweichungen an. Zwei rundliche Eierstöcke haben jeder einen kurzen Eileiter, die sich zu einem längeren, gemeinschaftlichen Ausführungsgange vereinigen. Dieser führt in einen birnförmigen, mit einer kurzen Scheide endigenden Uterus über. Neun Paar Hoden liegen in zwei Reihen zu den Seiten der Ganglienkette; ihre kurzen Ausführungsgänge münden in die beiden langen *vasa deferentia*, die, vorn sich mehrfach windend, die beiden sogenannten Samenblasen bilden. Die *ductus eiaculatorii* derselben gehen in den, den herausstülpbaren Penis enthaltenden Bulbus.

Die Kapseln (Cocons), womit viele Egel ihre Eier umgeben, werden von eigenthümlichen, während der Brunstzeit und vor dem Legen sich entwickelnden Hautdrüsen als eine schleimige, bald erhärtende Masse secernirt.

Unter den Oligochäten kennt man am besten die Geschlechtswerkzeuge der Regenwürmer. Die männlichen Organe bestehen in vier Hoden, zwei grossen dünnhäutigen Samenblasen und zwei, mit je zwei trichterförmigen Organen beginnenden Samenleitern. Die beiden Eierstöcke sind klein; etwas hinter ihnen

liegen zwei mit Tuben beginnende Eileiter, modificirte Segmentalorgane (vergl. oben Excretionsorgane), gleich den Samenleitern. Die Geschlechtsöffnungen sind paarig; ihre Lage wechselt nach den Species. Aehnlich complicirt verhalten sich die Naiden. Als äusseres Begattungsorgan dient den Regenwürmern der sogenannte Sattel, welcher auch die Cocons liefert. Er besteht aus einer zwischen Hypodermis und Ringfaserschicht sich einschiebenden gefässreichen Schichte säulenförmig-prismatischer Körper, welche zahlreiche Drüsenschläuche enthalten. Er entwickelt sich besonders zur Brunstzeit, und die Thiere umfassen sich mit seinen an der Bauchseite befindlichen Rändern.

Die Polychäten sind, mit Ausnahme der Serpulaceen *Protula* und *Spirorbis*, zwittrig. Die stets sehr einfachen Geschlechtsdrüsen, ausser der Brunstzeit oft gar nicht bemerklich, liegen an der Innenfläche des Hautschlauches. Sie entleeren ihre Producte in die Leibeshöhle, von wo sie durch Segmentalorgane nach aussen geführt werden. In einfachster Form sind dieselben bei *Syllis* vorhanden, die abweichendste Bildung findet sich bei den elytrentragenden Borstenwürmern (*Sigalion*, *Polynoe*), wo der mittlere Theil des Segmentalorganes zu einem sackförmigen contractilen Behälter erweitert ist.

Fortpflanzung und Entwicklung. Es liegt in der Natur des vielgestaltigen, theils auf verschiedenen niederen Stufen stehen gebliebenen, theils durch Parasitismus rückgebildeten, theils nach verschiedenen Radien höher entwickelten Kreises der Würmer, dass er ein sehr buntes Bild von Fortpflanzungweisen und Entwicklungsvorgängen bietet. Wie die Strudelwürmer, namentlich die Dendrocölen und Rhabdocölen, hinsichtlich ihrer

anatomischen und ökonomischen Verhältnisse als Ausgangsformen für die Plattwürmer erscheinen, so ist ihre Entwicklung auch am einfachsten und durchsichtigsten. Je intensiver dann bei Saug- und Bandwürmern der Parasitismus, desto länger ist in der Regel der Weg, auf welchem das Individuum ontogenetisch die Stadien zurücklegt, welche mit Recht als die Wegweiser der Phylogenesis angesehen werden können, und welche nicht ererbt, sondern nach Bedürfniss und Gelegenheit eingeschoben worden sind. Dasselbe wiederholt sich bei den Rundwürmern: einfacher ist die Entwicklungsgeschichte der freilebenden. Die Borstenwürmer verrathen vielfach ihre Abstammung und allmälige Vervollkommnung, zeigen auch solche Momente der Entwicklung, wodurch ihre Verwandtschaft mit den Gliederthieren sich bethätigt. Auf gemeinschaftliche Vorfahren mit ihnen weisen die Larven mancher Sternwürmer, wogegen Kratzer, Moosthiere und Räderthiere in ihrer Entwicklung wenige oder keine überzeugenden Anhaltepunkte für die genetische Systematik gewähren.

Die meisten Turbellarien verlassen das Ei in einem solchen Zustande der Ausbildung, dass ihnen kein eigenthümliches, mit einer Verwandlung endigendes Larvenleben bevorsteht. Auch die Metamorphose, welche einige Seeplanarien (z. B. *Stylochus*) durchmachen, besteht nämlich in dem allmäligen Schwinden eines ausgezeichneten Wimperorganes von 8 Zipfeln oder Fortsätzen, über welche sich eine Schnur grösserer Cilien fortzieht.

Bei den Nemertinen kommt eine Art von Metamorphose vor, indem noch innerhalb des Eies der kuglige, rotirende Embryo sich der Art häutet, dass aus ihm

ein, nunmehr den Nemertinentypus vollständig an sich tragendes Wesen hervorgeht. Auch kann der Vorgang so aufgefasst werden, dass nur die Oberflächenschicht des Eimaterials für den ersten, die Centralmasse für den bleibenden Embryo verwendet wird.

Eine Anzahl von Trematoden entwickelt sich ohne Metamorphose, so dass meist schon im Ei die Gattung des Embryo zu erkennen ist: *Aspidogaster*, *Udonella* u. a.

Bei *Diplozoon* und *Polystoma* besteht die Verwandlung darin, dass die bewimperte Larve ihre Wimpern verliert, und dass sich die Haken und Klammerapparate des Hinterendes verändern und ausbilden.

Häufiger ist der Generationswechsel, bis jetzt vorzugsweise an Arten von *Distoma*, *Monostoma* und verwandten verfolgt. Bei diesen ist der Embryo entweder bewimpert oder unbewimpert, im ersten Falle einfach und fast ohne Organe, im letzten mit Gefässen und meist mit Verdauungsapparat versehen. Die unbewimperten Embryonen (*Distoma duplicatum* — wahrscheinlich zu *Distoma tereticolle* gehörig. *Gasterostomum fimbriatum* — *Bucephalus*, *Distoma holostomum* — *Leucochloridium*) gehen direct, wenn auch mitunter durch Verzweigung (*Bucephalus*) in die Ammen über, die bewimperten Embryonen aber[1]) werden zu Urammen oder Ammen, indem ihr Wimperkleid fällt

Die Urammen erzeugen durch Keimzellen ihnen

---

1) *Distoma hians*, *nodulosum*, *globiporum*, *cygnoides*, *longicolle*, *folium*, *pinnarum*; *Monostoma mutabile*, *capitellatum*; *Amphistoma subclavatum*. Auch *Distoma hepaticum* erzeugt bewimperte Embryone, deren weitere Verwandlung aber sammt ihrem Zwischenträger unbekannt ist.

gleichende Ammen, diese ebenfalls durch blasse Keimzellen Cercarien. Sind Grammen und Ammen blos schlauchförmig, wie ohne thierische Organisation, so heissen sie Sporocysten (lebende Keimschläuche). Haben sie einen deutlichen Verdauungs- und Gefässapparat, nennt man sie Redien.

Sie also erzeugen die Generation der Cercarien, deren Organisation schon lebhaft an die Trematode erinnert, welche daraus hervorgehen soll, die aber durch ihr freies Umherschwärmen mit Hülfe eines sehr beweglichen Ruderschwanzes sich auszeichnet. Bei *Distoma cygnoides* wirft die Cercarie im Wasser den Schweif ab und wandert höchst wahrscheinlich direct in die Harnblase der Frösche durch den Mastdarm. In der Regel aber gehen die Cercarien auf Mollusken nach Abwerfung des Schwanzes eine Art von Verpuppung ein und werden geschlechtsreif, wenn sie in den Darmkanal ihres eigentlichen Wohnthieres versetzt worden sind.

Unter den Cestoden zeigt *Caryophyllaeus appendiculatus* (in *Tubifex rivulorum*) die einfachste Entwicklung. Wie bei allen, entsteht auch bei ihm im Ei ein rundlicher, mit 6 Haken versehener Embryo. Nachdem dieser ausgekrochen, setzt sich das Hintertheil mit den Haken als sogenannte Schwanzblase ab. Der Kopftheil wächst bedeutend und gleicht damit einer Knospe. Ohne dass nun der eigentliche Embryonaltheil, die Schwanzblase abgeworfen wird, treten schliesslich in jenem Kopftheil die Generationsorgane hervor. In dieser Entwicklung schliesst sich *Ligula* an. Bei *Triaenophorus* entwickeln sich direct an und aus dem zur Cestodenblase gewordenen Embryonalkörper die Haken des Kopfes und seine beiden flachen Gruben. Dann erst wird die ehe-

malige Cestodenblase in Form eines Schwanzanhanges abgeschnürt und abgeworfen. Erst bei den eigentlichen *Taeniae* und *Tetrarhynchus* ist die Bildung der Geschlechtsorgane mit einer Bildung oder Knospung von Metameren, „Bandwurmgliedern" verbunden, welche aber zur Ablösung kommen und den Werth eigentlicher geschlechtlicher Individuen erhalten, während der sogegenannte Bandwurmkopf — nach der Terminologie des Generationswechsels — als geschlechtslose Zwischengeneration fungirt. Die wichtigsten Organe des Blasenwurm-Zustandes sind die Excretionsgefässe mit dem pulsirenden Endschlauche. Bei den *Taeniae* wuchert dann die Kopf-Anlage als ein nach einwärts gekehrter Zapfen, der sich, wenn die Blase sich lösen soll, völlig umstülpt. Dabei bleiben die meisten „Blasenwürmer" bei jeder einfachen Knospung stehen, wie sie ächte Finnen (*Cysticercus*) zeigen. Bei einzelnen Formen hat sich die Reproductionsfähigkeit auf die Erzeugung vieler „Köpfchen", ohne (*Coenurus*) oder mit (*Echinococcus*) Erzeugung neuer Blasen gesteigert.

Ueber die Entwicklung des *Bothriocephalus latus* ist man noch nicht im Reinen, nur steht fest, dass die Embryonen im Wasser ausschlüpfen und wenigstens 4 bis 6 Tage mit Hülfe eines Kleides langer Wimpern frei umherschwimmen.

Etwas ausführlicher werden wir auch bei der in vieler Beziehung interessanten Entwicklungsgeschichte der Nemathelminthen verweilen. Nach totaler Furchung entsteht eine den Dotter umhüllende Keimhaut. Bei den meisten ist dieser Zustand schon der wirkliche Embryo. Bei manchen grösseren Formen (z. B. *Strongylus filaria*) findet eine Verdichtung auf einer Seite

statt, die Anlage eines undeutlichen Primitivstreifens. Unmittelbar nach diesen Vorgängen wird der Darm angelegt, der Embryo streckt sich mehr und mehr und dann geschieht die Anlage der Geschlechtsorgane. Die auskriechenden Embryonen sind nie an Gestalt den Alten gleich; sie haben während der Entwicklung und Wanderung zwei Häutungen durchzumachen, treten mit der ersten in das Larvenstadium, mit der zweiten in das der Reife. Dies gilt auch für die zeitlebens frei oder nur gelegentlich parasitisch lebenden, wie *Leptodera* und *Pelodera*, und es beziehen sich die Verwandlungen hauptsächlich auf die Gestalt des Kopf- und Schwanzendes und, ausser der Ausbildung der übrigen Organe, auf den Wechsel der Bohr- und Mundwerkzeuge.

Von *Mermis* und *Gordius*, welche geschlechtsreif frei sind, als Larven aber parasitisch, weiss man, dass sie, mit Bohrorganen versehen, sich in Insectenlarven einbohren und in ihnen ihr Larvenstadium durchmachen.

Die biologischen Verhältnisse der im geschlechtsreifen Zustande parasitischen Nemathelminthen sind sehr verschieden. Einzelne, wie *Dochmius trigonocephalus* des Hundes, machen ihr Larvenstadium ganz im Freien durch, und zwar stimmen diese Larven täuschend mit solchen Formen überein (die sogenannten *Rhabditis*), welche zeitlebens frei bleiben. Wiederum giebt es einzelne (*Trigonocephalus affinis. Oxyuris vermicularis*), welche ohne Zwischenwirth und ohne Unterbrechung zur vollen Entwicklung gelangen, sobald sie als reife, noch von der Eischale umhüllte Embryone in ihre Wirthe gelangen. Die meisten der parasitischen Rundwürmer erstrecken ihre Wanderung auf zwei Wirthe. So z. B. leben die Larven von *Cucullanus elegans* in *Cyclops*. Mit

diesen in den Barsch gelangt, erreichen sie ihr definitives Stadium. Ganz absonderlich steht *Leptodera* (*Ascaris R.*) *nigrovenosa* da. Sie findet sich als parthenogenesirendes Weibchen (nach Leuckart) oder als Zwitter (nach Schneider) in der Lunge des Frosches. Ihre Larven gerathen durch den Darmkanal des Wirthes in's Freie und werden nun in der feuchten Erde zu einer völlig abweichenden geschlechtsreifen Generation (sogenannte *Rhabditis*-Generation). Die wenigen Jungen bewegen sich nach Sprengung der Eihülle frei in der Leibeshöhle der Mutter, deren Organe nach und nach zerfallen bis auf die als Schlauch zurückbleibende Chitinoberhaut. Nachdem die Larven aus dieser Hülle hervorgekrochen, können sie in Schnecken übergehen, aber auch direct in den Frosch übertragen werden sie zur *Lept. nigrovenosa.*

Von den Kratzern ist *Echinorhynchus proteus* hinsichtlich seiner Entwicklung bekannt. Das Ausschlüpfen aus dem Ei geht im *Gammarus pulex* vor sich. In dem ursprünglichen Embryo verwandelt sich ein nucleusartiger Körper allmälig in den eigentlichen Wurm, und jener, nach Abstreifung seiner primitiven Haut, wird zu einem blossen Ueberzug des *Echinorhynchus* reducirt, indem er die körnige Umhüllungsschicht über der Muskelhaut, der Sitz des Gefässapparates wird. Im Darm der Fische kommt die Entwicklung zum Abschluss.

Von Gephyreen kennt man die Entwicklung mehrerer Arten von *Sipunculus*, *Phoronis* und vielleicht *Phascolosoma.* Dieselbe ist ausgezeichnet durch eine sehr merkwürdige, an den Generationswechsel und die Entwicklung der Echinodermen streifende Metamorphose. Die mit einem grossen vorderen Wimperkranze ver-

sehenen Larven wurden *Actinotrocha* genannt. An der Bauchwand dieser Larven entsteht durch eine Einstülpung ein Schlauch, die Leibeswand des künftigen definitiven Thieres, welche, sich umstülpend, den Darm der *Actinotrocha* in sich aufnimmt. Auch die Tentakeln der Larve, sonst aber nichts, gehen auf den Wurm über.

Bei den Bryozoen kommen Arten ungeschlechtlicher Fortpflanzung vor. Die erste ist die Sprossenbildung, durch welche die äusserst variirenden und mannichfaltigen Stöcke entstehen. Zuerst entsteht an der Kapsel oder dem Zoöcium ein neues Zoöcium ohne Polypid. Letzteres entsteht durch secundäre Knospung aus der Leibeswand des Zoöcium (Darmtractus, Tentakelkrone, Nervencentrum, Tentakelscheide). Die zweischichtige Anlage des Polypids geht aus einem Zellhaufen hervor. Das Polypid stirbt für sich ab und zerfällt, worauf ein neues sich bildet. Die Vereinigung von Cystid und Polypid giebt das Polypocystid, mit dem sich auch die sogenannte Avicularien vergleichen lassen. Die zweite bisher nur bei den Süsswasserarten beobachtete geschieht durch die sogenannten Statoblasten. Diese elliptischen Körper entstehen an dem, den Magen mit dem Zellgrunde verbindenden Funiculus. In der Hülle befindet sich ein aus unregelmässigen Lufträumen zusammengesetzter Ring. Die fertigen Statoblasten bleiben in der Leibeshöhle bis zum Zerfall des Thieres, worauf im Frühjahr die Larven ausschlüpfen und neue Stöcke gründen. Daneben findet allgemein die geschlechtliche Vermehrung statt. Die aus dem Ei kommende bewimperte Larve wird, sich festsetzend, zu einer Zellscheibe, aus der erst das Individuum sich aufbaut. Dies ist aber offenbar eine verkürzte Entwicklung. Eine längere ist in der

Larve von *Membranipora pilosa*, dem sogenannten *Cyphonautes*, aufbewahrt. Sie ist versehen mit einer zweiklappigen Schale, Darmkanal und Wimperapparate, hat eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Gephyreenlarve und begünstigt die Ansicht, dass die Bryozoen überhaupt diesen Würmern verwandtschaftlich näher treten, als den Mollusken. Jedoch verwandelt sich auch der Cyphonautes nicht direct, sondern erleidet eine Rückbildung zum Cystid, wie denn überhaupt jene Folge von Cystid und Polypid bei der Eientwicklung statt hat.

Indem wir nun zu den Annulaten gelangt sind, ist zuerst der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Theilung und Knospung der Naiden zu gedenken, wobei zugleich auf *Microstoma* und die nächst verwandten Rhabdocölen zurückzugreifen ist. Bei ihnen findet eine, natürlich mit Neubildung verbundene wirkliche Quertheilung statt, insofern ganze Abschnitte des Mutterthieres zum Aufbau der Tochterthiere verwendet werden. Ist es bei den Turbellarien wegen der mangelnden Körpergliederung schwieriger, sich von dem Gesagten zu überzeugen, so findet der Vorgang bei *Nais proboscidea* in folgender Weise statt: Bei den aus 30 bis 40 Gliedern bestehenden Individuen tritt in den an einander stossenden Enden zweier mittlerer Glieder eine Neubildung ein, der Art, dass der Gränzstrich der beiden Glieder mitten durch die Neubildung geht. Der dem hinteren Theile angehörige Theil der Neubildung wird zum Kopf des Hinterthieres, in welches also ohne Weiteres ungefähr die Hälfte der Glieder des Mutterthieres übergeht. Aus dem vorderen Theile der Neubildung entwickeln sich eine Anzahl Körper- und Schwanzglieder des Vorderthieres. Noch ehe das Hinterthier sich

losgelöst, fängt das Vorderthier der Art an zu produciren, dass **aus seinem letzten Gliede** ein **Mittelthier** sich bildet und diese Zeugung aus dem „Aftergelenke" (O. Fr. **Müller**) dauert unter successiver Ablösung der hinteren Tochterthiere fort bis zur Verkürzung des Vorderthieres auf 12 bis 14 Glieder. Dann pausirt diese Tochterbildung, das Vorderthier wächst zu etwa 40 Gliedern an, und der eben beschriebene Cyclus beginnt von Neuem. Wie lange? ist nicht beobachtet, auch nicht, was aus dem zuerst abgelösten Hinterthiere wird, während die als Mittelthiere entstandenen Individuen ihrerseits den Cyclus von Quertheilungen durchmachen.

Mit einem Generationswechsel ist diese Vermehrung der Microstomeen und Naiden nicht verbunden, indem nicht nur dieselben Individuen, welche sich durch Theilung fortgepflanzt haben, häufig später zur geschlechtlichen Fortpflanzung befähigt werden, sondern sogar die Entwicklung der Geschlechtswerkzeuge, Samen und Eier nicht selten in die Theilungsperiode selbst fällt. In der Regel jedoch ist die Fortpflanzung durch Theilung für die eine, die Geschlechtsentwicklung für die andere Jahreszeit bestimmt.

Nochmals kehrt diese ungeschlechtliche Fortpflanzung bei einigen **Polychäten** wieder. Sie ist weniger deutlich bei *Myrianida*, *Filograna* und *Syllis*, ganz unzweifelhaft aber bei *Autolytus* mit einem, auch in der äusseren Form der Generationen sich kundgebenden Generationswechsel verbunden. Die aus dem Ei hervorgehende Amme proliferirt nur durch Knospung an ihrem Hinterende. Die Knospen sind Männchen oder Weibchen, welche unter einander und von der Amme nament-

lich in der Bildung des Kopfes und der Fühlercirren, von der Amme auch durch den Besitz der aus einfach linearen Borsten bestehenden Borstenbündel unterschieden sind.

Die Entwicklung der Larven der Borstenwürmer aus dem Ei hat manche gemeinsame Grundzüge. Von den aus der Furchung hervorgegangenen zweierlei Dotterelementen umwächst die kleinere Masse sehr kleiner Zellen die grösseren Kugeln. Aus jenen gehen Körperbedeckungen, Muskeln und Nerven, aus diesen geht der Darmkanal hervor. Gastrula. Ganz ähnlich verhält es sich hiermit auch bei den Egeln, und die Uebereinstimmung wird noch vollständiger durch das Auftreten eines Primitivstreifens, welcher in dem inneren Blatte auftritt, nachdem die Larve schon ein freies Leben zu führen begonnen hat. Bei vielen Chätopodenlarven (*Spio. Spirorbis. Fabricia*) wird die Dotterhülle zur bewimperten Larvenhaut. Die meisten sind durch Wimperstreifen und Wimpersäume zu einem Schwärmstadium befähigt, jedoch hat sich die Eintheilung der Larven nach der Lage und Zahl dieser temporären Bewegungsorgane nicht bewährt, indem dieselben bei verwandten Thieren oft sehr variiren. Ein häufig (z. B. bei den Nephthyden und Phyllodocen) vorkommender Larventypus ist der der sogenannten Telotrochen. Hier ist ursprünglich ein Wimperkreis vorhanden, vor welchem der Kopflappen mit einem Wimperschopf, und hinter und an welchem unmittelbar die Mundöffnung liegt. Dann kommt ein zweiter Wimperring hinzu, hinter dem das Aftersegment liegt. Diese ersten Stadien sind mit den ersten Larvenstadien der Echinodermen zu vergleichen. Die neuen Glieder treten vor dem Aftersegmente auf.

Die Höhle des Kopflappens wird fast ausgefüllt durch den magenartig erweiterten Darmbogen. Die typische Larvenform der Chaetopoden ist die sogenannte *Mesotrocha* mit einem oder zwei Wimpergürteln in der Körpermitte und einem Endzipfel. Bei den meisten Annelidenlarven wimpert ausserdem die Bauchfläche. Wie es auch noch unter den Wirbelthieren Larvenformen giebt, welche sich geschlechtlich fortpflanzen (Acholotl), so lässt sich *Dinophilus* als eine äusserlich auf dem Larvenstadium verharrende Art betrachten.

---

## V. Arthropoda. Gliederthiere.

Milne-Edwards, *Histoire naturelle des Crustacées.* 3 Voll. Paris, 1834—40.

Darwin, *A Monograph of the subclass cirripedia.* London, 1851—1854.

Steenstrup og Lütken, *Bidrag til Kundskab om det aabne Havs Snyltekrebs og Lernaeer. Kjobenhavn,* 1861.

Klaus, Die freilebenden Copepoden. Leipzig, 1863.

Leydig, Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen, 1860.

Fr. Müller, Für Darwin. Leipzig, 1864. (Höchst interessante und geistreiche Beobachtungen und Reflexionen über Entwicklung und Systematik der Krebse.)

Dohrn, Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Arthropoden. Leipzig, 1870.

Rathke, Untersuchungen über die Bildung und Entwicklung des Flusskrebses. 1829.

---

Leuckart, Bau und Entwicklungsgeschichte der Pentastomen. 1860.

Fürstenberg, Die Krätzmilben der Menschen und der Thiere. Leipzig, 1861.

Walckenaer et Gervais, *Histoire naturelle des Insectes aptères.* 4 Voll. Paris, 1837—44. (Spinnen, Myriopoden.)

Hahn und Koch, Die Arachniden. 16 Bände. Nürnberg, 1831—1849.

---

Burmeister, Handbuch der Entomologie. Berlin, 1832 ff.

Westwood, *An Introduction to the modern classification of Insects.* London, 1839—40.

**Ratzeburg**, Die Forstinsecten. 3 Bände. Berlin, 1837—44.
**Leydig**, Vom Bau des thierischen Körpers. I. 1. 1864. (Klassische Darstellung des Nervensystems der Gliederthiere.)
Dazu
**Schulze**, Ueber die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insecten. Bonn, 1868.
**Gerstfeld**, Ueber die Mundtheile der saugenden Insecten. Mitau und Leipzig, 1853.
**Stein**, Vergleichende Anatomie und Physiologie der Insecten. 1. Die weiblichen Geschlechtsorgane der Käfer. Berlin, 1847.
**Lacaze-Duthiers**, *Récherches sur l'armure génitale des Insectes. Annales d. sc. nat.* 3 Ser. 12. 14. 19.
**von Siebold**, Wahre Parthenogenesis bei den Schmetterlingen und Bienen. Leipzig, 1856.
**Leuckart**, Zur Kenntniss des Generationswechsels u. d. Parthenogenesis bei den Insecten. 1858.
**Weismann**, Die Entwicklung der Dipteren. Leipzig, 1864[1].

---

## Sytematische Uebersicht über die Arthropoden.

Der Körper der Arthropoden zerfällt in Segmente, die fast immer zu bestimmten Abtheilungen (Kopf, Brust, Leib) vereinigt sind. Die Hautbedeckungen erhärten durch Chitin. Auch die Bewegungsorgane sammt den Mundtheilen sind gegliedert. Der Centraltheil des Nervensystems besteht aus einem Schlundringe (Gehirn) mit der Bauchganglienkette. Geschlechter getrennt (mit Ausnahme der Cirripedien).

### I. Crustacea. Krebse.

Die Krebse sind diejenigen Gliederthiere, bei denen die Fähigkeit, gegliederte, den Füssen äquivalente Anhänge zu tragen, auch auf die Segmente der hinteren Körperabschnitte, des Abdomen und des fast allen Krebsen eigenthümlichen Postabdomen (Schwanz) ausgedehnt ist. Die Athmungorgane sind Kiemen.

Die Klasse zeigt durch sehr wechselnde Ausbildung der Seg-

---

1) Dazu eine Reihe höchst wichtiger Untersuchungen über Entwicklung von **Mecznikow**, **Kupfer**, **Ganin**, **Claparède**, **Kowalevsky**, **Bobretzky** u. A. vorzugsweise in den neuern Jahrgängen der Zeitschrift für wiss. Zoologie.

mente und deren Verschmelzung zu Körperabschnitten eine sehr reiche innere Gliederung und erinnert durch einzelne Formen der Schmarotzerkrebse an die Würmer, durch die Rankenfüsser an die gehäusetragenden Weichthiere.

**1. Ordnung.** *Cirripedia.* Rankenfüsser. Hermaphroditische Crustaceen, welche nach kurzer Schwärmzeit sich festsetzen und mit einem, meist Kalkplatten absondernden Mantel umgeben. Sechs Paar rankenförmige Beine.

I. Familie. ***Balanidae.*** Seeeicheln.

Cylindrisch oder kegelförmig, indem der Mantel unmittelbar oder mittelst einer Kalkplatte aufsitzt.

***Balanus. Coronula.***

II. Familie. ***Lepadidae.*** Entenmuscheln.

Der Mantel ist mittelst eines biegsamen, muskulösen Stieles angeheftet; er ist seitlich zusammengedrückt und trägt gewöhnlich 5 Kalkplatten.

***Lepas. Otion.***

Durch ihre Jugendformen schliessen sich einige merkwürdige Schmarotzerkrebse, ***Sacculina*** und ***Peltogaster***, an, bei denen Mundtheile und Gliederung völlig schwinden und von denen einige Arten durch wurzelartige, nahrungziehende Wucherungen (daher Wurzelkrebse) in ihr Wohnthier (Krabben und Krebse) hineinwachsen.

**2. Ordnung.** ***Entomostraca.*** Der Kopf ist mit dem Brusttheil zu einem Stück, dem Cephalothorax, verschmolzen. Hinter dem einen Paar Kiefern folgen drei Gliedmaassenpaare als Kieferfüsse, oder als Unterkiefer und Kieferfüsse. Am Abdomen zweiästige Beine. Die Athmung geschieht durch die Hautbedeckungen.

A. ***Copepoden.*** Ruderkrebse.

Kauende Mundtheile. Zeitlebens frei.

***Cyclops. Sapphirina.*** Erstes Fühlerpaar langgestreckt, als Ruder dienend.

B. ***Parasitica.*** Schmarotzerkrebse.

Saugende Mundtheile. Leben erwachsen als Aussenschmarotzer, fast alle an Fischen. Bei vielen sind die ♂ kleiner als die ♀. Repräsentanten höherer, sich an die frei lebenden Copepoden anschliessenden Familien sind: ***Caligus***, ***Argulus***, ***Ergasilus.*** Die Entwicklungsgeschichte zeigt, wie bei andern Familien mit dem in-

tensiveren Schmarotzerthum eine immer grössere Verkümmerung und Rückbildung der Gliederung eintritt, am meisten bei den *Penellina* und *Lernaeodea*. So folgt bei *Lernaea branchialis* (auf Schollen und *Gadus*) auf das freie *Nauplius*- und *Cyclops*-Stadium (s. unten) eine Larvenperiode, wo die noch deutlich gegliederte Larve sich mit einem Stirnbande fixirt. Dann kommt wieder eine Schwärmzeit mit wohl ausgeprägten Bewegungsorganen, während welcher die Begattung statt findet. Erst nach dieser beginnt die rückschreitende Verwandlung der Weibchen bei einer Volumzunahme auf das Tausendfache.

3. **Ordnung.** *Branchiopoda.* Kiemenfüsser. Sie haben ein bis drei Kieferpaare, verkümmerte Brustgliedmaassen und eine unstete Anzahl der Segmente und Kiemenfüsse des Abdomen. Körper oft von einer Schale umhüllt.

I. Familie. *Ostracodea.* Muschelkrebse.

Körper von einer zweiklappigen muschelähnlichen Schale umgeben. Vier Paar Abdomenfüsse.

*Cypris. Cythere.*

II. Familie. *Cladocera.* Wasserflöhe.

Der grosse Kopf mit der rudimentären Brust zu einem helmförmigen Cephalothorax verwachsen. Abdomen mit 4 bis 6 Kiemenfusspaaren. Postabdomen ungegliedert, am Ende meist mit klauenförmigen Fortsätzen.

*Daphnia. Polyphemus.*

III. Familie. *Phyllopoda.* Blattfüsser.

Der dünnhäutige Körper meist mit einer schildförmigen oder zweiklappigen Schale umgeben. Der Abdomen trägt 10 bis 60 Paare blattförmiger Schwimmfüsse mit Kiemenanhängen.

*Apus. Branchipus. Artemia.*

An diese schliessen sich die den frühesten sedimentären Gesteinen bis zur Steinkohlenperiode angehörigen *Trilobiten* oder *Palaeades* an, ausgezeichnet durch harte Körperbedeckungen und einen, durch zwei parallele Längseindrücke meist dreitheiligen Körper.

4. **Ordnung.** *Poecilopoda.* Schildkrebse. Zweischildiger Rückentheil. Fühler, Kiefer und die beiden ersten Kieferfusspaare beinförmig und in eine Scheere endigend, die Beinpaare des Abdomen Kiemen tragend. Werden vielleicht richtiger den spinnenartigen Thieren angereiht.

*Limulus.*

**5. Ordnung**[1]. *Amphipoda.* Flohkrebse, Gliederung wie bei den Isopoden. Die Kiemen sind lamellöse Anhänge der mittleren Gangbeine.

I. Familiengruppe. *Laemodipoda.* Kehlfüsser.
Postabdomen ganz rudimentär.
*Cyamus. Caprella.*

II. Familiengruppe. *Amphipoda s. str.*
Postabdomen deutlich entwickelt und Beine tragend.
*Phronima. Corophium. Gammarus*, Flohkrebs.

**6. Ordnung.** *Isopoda.* Asseln. Kopf mit dem ersten Brustringe mehr oder weniger verschmolzen; die beiden folgenden Brust- und die Hinterleibsringe frei. Die Gliedmaassen des Postabdomen sind in plattenförmige Kiemen verwandelt.

I. Familiengruppe. *Isopoda natatoria.* Schwimmasseln.

Die hinteren Afterfusspaare lamellenförmig, bilden mit dem Endring des Postabdomen eine Schwimmflosse.
*Sphaeroma. Cymothoa. Bopyrus.*

II. Familiengruppe. *Isopoda ambulatoria.* Laufasseln.

Die hinteren Afterfusspaare sind griffel- oder deckelförmig gestaltet.
*Oniscus. Asellus. Idotea.*

Die merkwürdige Gattung *Cuma* gleicht in ihren ersten Entwicklungsstadien den Isopoden. Die spätere äussere Form nähert sich einigermassen derjenigen der Decapoden. Das ausgebildete Thier hat nur ein sitzendes Auge, jederseits am Cephalothorax eine Kieme, und eine Bruttasche an den Beinen des Postabdomen.

**7. Ordnung.** *Decapoda.* Zehnfüsser. Die Augen auf beweglichen Stielen. Der Kopf ist mit dem verkümmerten Brusttheile und dem vorderen Theile des Hinterleibes oberhalb zu einem Cephalothorax verschmolzen. Die drei Brustgliedmaassen sind zu accessorischen Mundtheilen oder Kieferfüssen umgestaltet.

---

1) Die folgenden Ordnungen werden auch als *Malacostraca* zusammengefasst, die Flohkrebse und Asseln, mit sitzenden Augen *Edriophthalmata*, die Zehnfüsser aber *Podophthalmata*, stieläugige Krebse genannt.

A. *Stomatopoda.* Maulfüsser.

Die Kiemen sind büschelförmig und liegen frei entweder an der Basis der Postabdominal-Beine oder der Cephalothoraxbeine. Zuweilen fehlen sie. Die hinteren Kieferfüsse sind in Form und Lage von den ersten Cephalothoraxbeinen nicht verschieden.

*Mysis. Squilla.*

B. *Decapoda s. str.*

Die von den beiden hinteren Maxillarfusspaaren und den fünf Beinpaaren entspringenden blättrigen Kiemen liegen jederseits in einer Höhlung des Cephalothorax.

I. Familiengruppe. *Macrura.* Langschwänze.

Postabdomen stark entwickelt, so lang oder länger als der Cephalothorax, mit Rudergliedmaassen. Aeusseres Kieferfusspaar beinförmig.

*Caridina.* Garnelen. *Penaeus. Palaemon. Crangon.*
*Astacina.* Krebse. *Homarus. Astacus.*
*Loricata.* Panzerkrebse. *Scyllarus. Palinurus.*

II. Familiengruppe. *Anomura.* Mittelkrebse.

Postabdomen von geringerer Grösse, ohne Gliedmaassen, die zur Bewegung dienen. Das letzte oder die zwei letzten Paare der Gangbeine verkümmert. Aeusseres Kieferfusspaar beinförmig.

*Galathea. Pagurus. Lithodes.*

III. Familiengruppe. *Brachyura.* Kurzschwänze.

Postabdomen kurz, unter den Cephalothorax eingeschlagen, mit fadenförmigen Beinanhängen.

*Oxystomata. Calappa. Dorippe.*
*Cancrina. Dromia. Maja. Cancer. Carcinus. Pinnotheres.*

## II. Arachnoidea. Spinnenartige Thiere.

Der Kopf ist mit dem Bruststück verwachsen. An diesem Cephalothorax steht ein Paar kieferförmige Fühler. Das zweite Paar Unterkiefer ist in der Regel beinartig; dahinter nach die drei eigentlichen Beinpaare. Das Abdomen trägt nie Gliedmaassen. Die Athmungsorgane sind Tracheen.

1. Ordnung. *Arthrogastra.* Gliedleibige. Hinterleib sitzend (d. h. mit seiner ganzen Breite dem Kopfbruststück angewachsen), deutlich gegliedert.

Die Abtheilung enthält mehrere Unterordnungen und Gruppen, als deren Repräsentanten folgende Gattungen betrachtet werden mögen: *Solpuga. Phalangium. Phrynus. Chelifer. Scorpio.*

**2. Ordnung.** *Araneina.* Spinnen i. e. S. Beissende Mundtheile. Hinterleib ungegliedert, gestielt. Ausser den röhrenförmigen Tracheen athmen sie auch durch blattförmige, sogenannte Lungen.

I. Familie. *Dipneumones.* Zweilunger.

Mit zwei Lungensäcken. Die (einfachen) Augen, 6 oder 8, entfernt von einander stehend. Sie zerfallen in 2 Gruppen, *Vagabundae*, welche keine Fangnetze machen und ihre Beute jagen (*Salticus*, *Lycosa*) und *Sedentariae*, welche in selbstgefertigtem Gewebe ihre Beute fangen (*Epeira*, *Tegenaria*).

II. Familie. *Tetrapneumones.* Vierlunger.

Mit 4 Lungensäcken. *Mygale.*

**3. Ordnung.** *Acarina.* Milben. Mundtheile beissend oder durch Verwachsung der Maxillen saugend. Hinterleib ungegliedert, mit dem Kopfbruststück verschmolzen. Meist ist jedoch der Kopf mehr oder minder deutlich als *rostrum* abgesetzt.

Sie gehen durch eine ganze Reihe frei lebender oder nur gelegentlich oder äusserlich schmarotzender Familien in mehr und mehr verkümmernde, in ihre Wirthe tiefer eindringende Formen über: *Hydrarachna. Ixodes. Gammasus. Atax. Sarcoptes* (*S. scabiei* — Krätzmilbe d. Menschen). *Demodex* (*D. folliculorum* — in den Haarbalgdrüsen in der Haut des Menschen).

Als wahrscheinliche Verwandte schliessen sich an die *Tardigrada* (Bärthierchen) und *Pycnogonida* (Asselspinnen).

Ein nur in den ersten Jugendzuständen an den Arthropodentypus und an die Milben erinnernder Schmarotzer ist *Pentastomum* (als Ordnung *Linguatulina*). Darunter *P. taenioides*, geschlechtsreif in der Rachen- und Nasenhöhle des Hundes, als Larve (*P. denticulatum*) in Lunge und Leber des Kaninchen.

## III. Myriopoda. Tausendfüsser.

Kiemenathmende gestreckte Arthropoden mit gleichartigen Segmenten zwischen dem deutlich abgesetzten Kopf und dem Endgliede. 1 Paar Fühler, 3 Paar Kiefer, alle Segmente mit Beinen.

1. **Ordnung.** *Chilognatha.* Meist drehrund; die beiden Maxillenpaare verschmolzen. An jedem Segment 2 Paar Beine. Geschlechtsöffnungen am Hüftgliede des 2. Beinpaares.
*Julus. Polydesmus. Glomeris.*

2. **Ordnung.** *Chilopoda.* Flachgedrückt. Ein Beinpaar an jedem Segment. Geschlechtsöffnungen am Hinterende.
*Scolopendra. Lithobius. Geophilus.*

## IV. Insecta. Kerfe.

Kopf deutlich getrennt vom Thorax. Dieser trägt drei Paar Beine und meist zwei Paar Flügel. Hinterleib gegliedert, ohne Gliedmaassen. Athmung durch Tracheen.

Den Zustand des Insectes in der Periode nach dem Auskriechen aus dem Ei bezeichnet man als den der Larve. Ist dieselbe dem entwickelten Insect (Imago) von vornherein ähnlich, indem sie sich durch die schon früh auftretenden Flügelansätze nach den Häutungen ihm mehr und mehr nähert und schliesslich durch die letzte Häutung unmittelbar und ohne einen Zwischenzustand der Ruhe in die Imago übergeht, so heisst dieser Vorgang unvollkommene Verwandlung. Ist aber die Larve von wesentlich verschiedener Form und geht sie in den ruhenden Zustand der Puppe über, welche durch eine letzte Häutung zur Imago wird, so hat man die vollkommene Verwandlung vor sich. Die neueren Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte haben jedoch gezeigt, dass die hiermit bezeichneten Unterschiede für die Systematik nicht von jener tieferen Bedeutung sind, welche man früher damit verband, und dass bei sonstiger Uebereinstimmung hinsichtlich der äusserlichen „vollkommnen" oder „unvollkommnen" Verwandlung viel durchgreifendere innere Vorgänge stattfinden können. Individuelle und historische Entwicklung liefern auch hier den Beweis, dass die Kerfe mit kauenden Mundwerkzeugen den zum Parasitismus neigenden Ordnungen mit Saugwerkzeugen vorausgehen.

1. **Ordnung.** *Neuroptera.* Netzflügler. Mundtheile beissend, bei manchen verkümmernd. Vorder- und Hinterflügel häutig, feiner genetzt. Verwandlung ungleich.

I. Unterordnung. *Amphibiotica.*

Die im Wasser lebenden Larven haben blattförmige, kiemenartige Anhänge (Kiementracheen), welche Luft absorbiren und den innern Athmungsröhren zuführen.

*Ephemeridae. Perlariae. Libellulidae* (Eintagsfliegen. Perlfliegen. Wasserjungfern).

II. Unterordnung. ***Planipennia.***

Beide Flügelpaare gleichartig, Hinterflügel niemals faltbar. Mundtheile vollständig ausgebildet.

*Panorpa. Rhaphidia. Hemerobius. Myrmeleon.* (Scorpionfl. Schmalhaft. Landjungfer. Ameisenlöwe).

III. Unterordnung. ***Phryganodea.***

Flügel behaart oder beschuppt, ungleichartig, die hinteren meist faltbar. Mundtheile verkümmert. Die Larven leben im Wasser in selbstgefertigten Gehäusen.

*Phryganea.* Köcherfliege.

IV. Unterordnung. ***Strepsiptera.*** Schraubenflügler.

Eine kleine sowohl durch ihren Bau, als die Lebensweise sehr merkwürdige Gruppe, die von einigen Entomologen den Käfern beigezählt, von anderen als selbständige Gruppe behandelt wird. Die Weibchen sind ungeflügelt, wurmartig, die Vorderflügel der Männchen rudimentär. Die Larven leben parasitisch im Hinterleibe von Hymenopteren.

*Xenos. Stylops.*

Unklar sind vor der Hand noch die Beziehungen einiger anderer, jedenfalls niederer und wohl an ältere Zweige sich anschliessender Gruppen wie der Blasenfüsse (*Physopoda*) und Lappenschwänze (*Thysanura*).

**2. Ordnung.** ***Orthoptera.*** Geradflügler. Die lederartigen Vorderflügel dienen ähnlich, wie bei den Käfern, als Decken der Hinterflügel. Mundtheile beissend. Ohne Verwandlung oder mit unvollkommener Verwandlung. In allen Stadien Landbewohner.

a) *Saltatoria.* Körper walzig. Hinterschenkel verdickt. ***Acridiodea. Locustina. Gryllodea.*** (Heuschrecken. Grillen.)

b) *Gressoria.* Langgestreckt. Prothorax meist in die Länge gezogen, Vorderbeine zu Raubbeinen umgestaltet. *Mantis. Bacillus. Phyllium.* (Gottesanbeterin. Stabheuschrecke. Blatth.)

c) *Cursoria.* Körper flach. Beine gleichmässig. *Blatta. Periplaneta* (Schabe).

Diesen eigentlichen Grundflüglern schliessen sich an die Termiten, obwohl beide Flügelpaare gleichgebildet sind. Bei ihnen kommen neben den geschlechtlich entwickelten geflügelten Individuen zwei sogenannte ungeschlechtliche ungeflügelte Formen vor, unvollständig entwickelte ♂ und ♀.

Eine andere, vielleicht auch hier anzufügende Gruppe sind die Ohrwürmer, *Forficulina*.

3. Ordnung. *Coleoptera*. Käfer. Verwandlung vollkommen. Mundtheile beissend. Prothorax frei, stark entwickelt. Vorderflügel als Flügeldecken hart und hornig.

Um die zahlreichen Familien einigermassen zu gruppiren, hat man seine Zuflucht zur Zahl der die letzte Abtheilung des Beines (*tarsus*) bildenden Glieder genommen.

A. *Cryptotetramera*.

Das vorletzte der vier Tarsalglieder klein und verborgen.

*Coccinellidae*. *Fungicolae*. (Kugel-, Pilzkäfer).

B. *Cryptopentamera*.

Das vorletzte der fünf Tarsalglieder klein und verborgen.

*Chrysomelinae*. *Longicornia*. *Bostrichidae*. *Curculionina*. (Blattk. Bockk. Borkenk. Rüsselkäfer.)

C. *Heteromera*.

Die beiden vorderen Beinpaare mit fünf, das dritte Beinpaar mit vier Tarsalgliedern.

*Vesicantia* (*Cantharis*. *Meloe*). *Melanosomata* (Blasenzieher. Schwarzflügler).

D. *Pentamera*.

Tarsen aller Beine fünfgliederig (mit Ausnahme einiger kleinen Gruppen, deren Trennung von den ihnen sonst verwandten Pentameren unnatürlich wäre).

*Malacoderma* (*Lampyris*). *Elateridae*. *Buprestidae*. *Lamellicornia*. *Dermestini* (*Dermestes*). *Staphylinidae*. *Palpicornia* (*Hydrophilus*). *Dyticidae*. *Carabidae*. (Weichflügler. Springk. Prachtk. Blatthörnige. Speckk. Kurzflügler. Schwimmk. Wasserk. Laufk.

4. Ordnung. *Hymenoptera*. Nacktflügler. Verwandlung vollkommen. Mundtheile beissend. Prothorax klein, ringför-

mig, wenigstens mit dem Rückentheil fest verwachsen. Vorder- und Hinterflügel häutig.

I. Familiengruppe. ***Phytophaga.*** Pflanzenwespen: Weibchen mit sägeartigem Legebohrer. Hinterleib sitzend. Larven phytophag, mit deutlichen Beinen, meist raupenförmig.

*Sirex. Tenthredo.*

II. Familiengruppe. ***Entomophaga.*** Schlupfwespen. Weibchen mit einem von zwei seitlichen Klappen umgebenen Legebohrer versehen. Hinterleib gestielt. Die Eier werden in die Larven anderer Insecten abgelegt, in deren Leibeshöhle die fuss- und afterlosen Larven schmarotzen.

Der Stamm bildet die Familie ***Ichneumonidae.*** An die Thierschmarotzer schliessen sich die ***Cynipidae***, Gallwespen, an, deren meiste Gattungen allerdings ihre Eier in Pflanzen ablegen, Gallen erzeugend, während doch einige dieselben auf die Larven anderer Insecten absetzen.

III. Familiengruppe. ***Aculeata.*** Stechimmen.

Weibchen mit einem durchbohrten, mit einer Giftblase in Verbindung stehenden Stachel bewehrt. Die Larven werden meist in eigenen Nestern oder Zellen gefüttert. Die Larven sind fuss- und afterlos.

*Formica. Oxybelus. Vespa. Bombus. Apis.*

**5. Ordnung.** ***Hemiptera.*** Halbflügler. Verwandlung unvollkommen. Der erste Brustring — Prothorax — frei, d. h. nicht mit den beiden anderen, mit einander verschmolzenen Brustringen verwachsen. Mundtheile saugend.

A. ***Homoptera.***

Beide Flügelpaare liegen in der Ruhe dem Körper schräg, dachförmig an. Mehrere Familien flügellos.

I. Familiengruppe. ***Cicadina.*** Cicaden.

Sie bilden den Stamm der Unterabtheilung ***Homoptera***, wo die Charactere am constantesten ausgeprägt sind. Es sind kleine, meist mittelgrosse Insecten, die sich durch eigenthümliche Bildung, Auswüchse, Höcker und Leisten an Kopf oder Thorax auszeichnen.

Ein paukenartiger Stimmapparat jederseits an der Basis des Hinterleibes ist der Gattung *Cicada* und Verwandten eigen.

*Fulgora*, Laternenträger. *Tettigonia.*

II. Familiengruppe. ***Phytophthires.*** Pflanzenläuse.

Kleine Insecten, auf bestimmte Pflanzen angewiesen, deren Säfte sie saugen.

*Coccus. Chermes. Aphis.*

III. Familiengruppe. ***Parasitica.*** Läuse.

Flügellos. Thorax klein, undeutlich gegliedert. Lebensweise parasitisch auf Thieren. Beissende Mundtheile haben die Pelzfresser, den übrigen Hemiptern mehr analoge die Läuse.

B. ***Heteroptera.*** Wanzen.

Beide Flügelpaare liegen in der Ruhe dem Körper horizontal auf, die Hinterflügel von den vorderen bedeckt. Der hintere Theil der letzteren ist häutig, der vordere lederartig *(hemielytra).*

I. Familiengruppe. ***Hydrocores.*** Wasserwanzen.

*Notonecta. Nepa. Hydrometra.*

II. Familiengruppe. ***Geocores.*** Landwanzen.

*Acanthia. Pentatoma.*

**6. Ordnung.** ***Diptera.*** Zweiflügler. (Fliegen und Mücken.) Verwandlung vollkommen. Mundtheile saugend. Prothorax verwachsen, ringförmig. Vorderflügel häutig, die Hinterflügel zu Schwingkolben *(Halteres)* verkümmert.

A. ***Diptera s. str.***

Die Weibchen legen Eier oder gebären Larven, welche soeben dem Ei entschlüpft sind.

I. Familiengruppe.

Die Larven verpuppen sich innerhalb ihrer erhärtenden Körperhaut (*Pupa coarctata*).

Hierher gehört die artenreichste Familie, die der Fliegen, ***Muscariae***; dann die der ***Stratiomyidae*** und ***Syrphidae.***

II. Familiengruppe.

Die Larven verwandeln sich nach Abwerfung ihrer Körperhaut in eine schmetterlingsartige Puppe (*Pupa obtecta*). Unter den zahlreichen Familien sind als bekanntere herauszuheben die der ***Tabanina***, ***Tipulariae.*** (Bremsen. Mücken.)

B. ***Aphaniptera.*** Flöhe.

Diese, die Flöhe umfassende Abtheilung ist von den übrigen Dipteren allerdings durch die deutlich von einander getrennten

Thoraxringe und die Anwesenheit zweier seitlicher Platten am 2. und 3. Thoraxringe (Flügel?) verschieden, schliesst sich ihnen aber doch enger als an eine andere Ordnung durch die Bildung der Mundtheile. *Pulex.*

**7. Ordnung.** *Lepidoptera.* Schmetterlinge. Verwandlung vollkommen. Mundtheile saugend. Prothorax verwachsen, ringförmig. Vorder- und Hinterflügel häutig, dicht farbig beschuppt.

A. *Macrolepidoptera.* Gross-Schmetterlinge.

Man benennt so die Familien der grösseren, durch die geringere Entwicklung ihres Flügelgeäders von der zweiten Abtheilung unterschiedenen Schmetterlinge. *Diurna. Sphingidae. Bombycidae. Noctuina. Geometridae.* (Tagfalter. Schwärmer. Spinner. Eulen. Spanner.)

B. *Microlepidoptera.* Motten.

*Pyralidae. Tineidae. Pterophoridae.* (Zünsler. Schaben. Federmotten.)

---

Den Gliederthieren verwandt ist die wurmförmige Gattung *Peripatus* (*P. capensis*). Tracheenbüschel zerstreut; Stigmata über den ganzen Körper zerstreut. Muskeln nicht quergestreift. Bauchmark in zwei seitliche Stränge gespalten.

---

Das Hautskelet der Arthropoden. Die Hautbedeckungen der Arthropoden bestehen nach innen aus einer deutlich zelligen oder auch protoplasmatischen, aber kernhaltigen Matrix — Hypodermis — und nach aussen aus einer homogenen Cuticular-Abscheidung, welche als Chitin uns schon bei den Würmern begegnet ist. Es richtet sich natürlich nach der Dicke der Chitinschicht die Härte und die Widerstandsfähigkeit gegen Kalilauge. Andererseits wird namentlich bei den Crustern durch Absatz kohlensauren und phosphorsauren Kalkes die Härtung gesteigert. Auch nach innen werden von jener Matrix oft Fortsätze abgegeben zur Be-

festigung der Eingeweide und Verbindung derselben, ohne das je ein wirkliches inneres Skelet entstände.

Der Körper der Gliederthiere besteht also äusserlich aus einzelnen Ringen oder Segmenten, neuerlich auch Metameren genannt, und deren Anhängen mit folgenden Theilen:

1) die Rückenplatte (*notum, tergum, tergite*),
2) die Bauchplatte (*sternum, sternite*),
3—4) die Rücken-Seitenplatten (*epimera, epimerites*),
5—6) die Bauch-Seitenplatten (*episterna, episternites*),
7—8) die Rückenanhänge (*tergorhabdites*),
9—10) die Bauchanhänge (*sternorhabdites*).

Der Entwicklung der Segmente ist aber der grösste Spielraum gegeben, indem sowohl die Anhänge sich in verschiedenartigster Weise und zu sehr mannichfaltigen Zwecken entfalten oder ganz fehlen, als auch die Segmentplatten selbst einzeln oder paarweise atrophiren oder auffallend gestaltet werden können.

Gegensätzlich zu den Ringelwürmern gruppiren sich die Segmente der Arthrozoen zu besonderen, in der Regel deutlich geschiedenen und durch die Art der Anhänge charakterisirten Körperabschnitten. Diese sind:

der Vorderkopf, gebildet durch das Segment der vorderen Antennen. Es ist auch den zusammengesetzten Augen ein Segment vindicirt worden, welche durch den beweglichen Augenstiel der Decapoden in die Reihe der Gliedmaassen zu treten scheinen. Allein die Entwicklungsgeschichte ist dieser Auffassung nicht günstig. Die Gränze zwischen Vorder- und Hinterkopf ist die Mund-

öffnung und die Oberlippe, welche, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, kein Anhang ist;

der Hinterkopf, dessen Zusammensetzung aus einzelnen Segmenten fast nur durch die Anhänge, nämlich die hinteren Antennen, die Oberkiefer und zwei Paar Unterkiefer verrathen wird;

die Brust, wird ausnamslos durch drei Segmente gebildet;

der Leib (*abdomen*) mit sehr wechselnder Zahl der Segmente;

der Hinterleib (*postabdomen*), der ausgebildet ist nur bei einigen Ordnungen der Arachniden und dem grössten Theile der Crustaceen.

Die morphologische Identität aller der Anhänge, welche die beschreibende Zoologie als Antennen, Augen, Fresswerkzeuge, Beine, Afterfüsse, Haftorgane, Hülfsbegattungswerkzeuge, Afterspitzen u. s. w. aufführt, wird theils durch die Entwicklungsgeschichte, theils durch die Vergleichung der fertigen Organe bewiesen. So geben z. B. die Larven der Entomastraka einen sehr interessanten Beweis für die morphologische Gleichheit der Antennen, Kiefern und Füsse. Sie besitzen 3 Paar Bewegungsorgane. Das erste wird zu den grossen Ruderantennen, das zweite zum zweiten kleineren Antennenpaar, aus dem dritten Gliedmaassenpaar der Larve gehen die Mandibeln hervor. Die Maxillen aber und Maxillarfüsse entstehen aus lappenförmigen oder normal gliedmaassenartigen Anhängen der Larve.

Die Flügel der Insecten sind zwar auch, gleich Antennen und Beinen, Hautausstülpungen, gehen jedoch nicht, wie diese, aus den Keimwülsten (s. unten) unmittelbar hervor, sind also morphologich ihnen nicht gleich-

werthig. Am ersten lassen sie sich wohl den schildförmigen Verbreiterungen am Bruststück vieler Crustaceen und den Seitenwölbungen am Cephalothorax der Decapoden vergleichen.

Ob diese Theile jedoch als Homologa aufzufassen seien, bleibt so lange zweifelhaft, als nicht die Abstammung der Insekten aus den Krebsen erwiesen. Bei der ausserordentlichen Mannichfaltigkeit der Segmentirung der letzteren gegenüber der Geschlossenheit des heutigen Bestandes der Insekten ist es für den Anfänger rathsam, von der genaueren Betrachtung des Hautskelets dieser auszugehen.

### Das Hautskelet der Insekten.

Körperabschnitte. Der Brusttheil ist immer bestimmt gegen Kopf und Leib abgesetzt. Das Verhältniss von Vorderkopf und Hinterkopf ist schwierig zu bestimmen. Darf man die Mundöffnung als Gränze setzen, so würden die Vorderkopfsegmente allen Larven der Insekten mit vollkommener Verwandlung fehlen, daher sie keine vorderen Antennen und zusammengesetzte Augen haben. Ihr Antennensegment liegt hinter dem Munde, diese Antennen entsprechen also den hinteren Antennen der Crustaceen. Während der Verwandlung tritt der Vorderkopf-Theil auf und neue Antennen, welche den vorderen Antennen der Crustaceen entsprechen.

Ein Postabdomen fehlt den Insekten durchweg. Das Abdomen wechselt zwischen acht und elf Segmenten, von denen in der Regel die letzten sehr auffallende Veränderungen erleiden. Nur in dieser Region der After- und Genitalöffnung finden sich Bildungen, die als die oben

im Schema aufgeführten Rückenanhänge und Bauchanhänge gedeutet werden können.

Das vergleichend-anatomische und morphologische Interesse concentrirt sich daher auf die Kopfanhänge, namentlich also die Mundtheile, und auf das Leibesende mit den Hülfsbegattungswerkzeugen.

Die Mundtheile. Die Oberlippe (*labrum*), obwohl ein wesentlicher Theil, ist keinem Gliedmaassenpaare analog. Der selten vorkommende Epipharynx an der Basis der Oberlippe und der mitunter an der Basis der Unterlippe sitzende Hypopharynx scheinen nichts Anderes als Ausstülpungen der Mundwandungen zu sein. So bleiben drei Gliedmaassenpaare, die sehr einfachen Oberkiefer (*mandibulae*), die Unterkiefer (*maxillae*) und die Unterlippe (*labium*). Letztere entsteht bei den Diptern und Hemiptern entschieden durch Verwachsung des embryonalen zweiten Maxillarpaares. Bei anderen Ordnungen aber, den Neuroptern, Käfern und vielleicht denjenigen Nacktflüglern, welche ausgeprägt beissende Mundwerkzeuge besitzen, scheint blos der Lippentaster aus der Anlage der zweiten Maxillen, die eigentliche Unterlippe aber, gleich der Oberlippe, aus einer blossen Falte der Keimhaut hervorzugehen. Es ist also an eine durchgreifende Homologie der sogenannten „Unterlippe" der Arthropoden im Allgemeinen nicht zu denken. Wo innerhalb der Insekten die Homologie besteht, sind an Maxillen und Unterlippe folgende Theile mehr oder weniger kenntlich vorhanden, mitunter theilweise verschmolzen oder ganz ausfallend: als Angel und Stiel die Glieder *cardo* und *stipes* (*submentum* und *mentum*). Am oberen Ende trägt nach aussen eine Tasterschuppe den Taster (*palpus*), ein

anderes nach innen liegendes Stück die innere Lade (*lobus internus*) und die äussere Lade (*lobusextremus*).

### *Hymenoptera.*

Oberlippe und Oberkiefer verhalten sich wie bei den kauenden Insekten; Unterkiefer und Unterlippe sind mehr oder weniger verlängert und zum Saugen geschickt. Dies am meisten bei den Bienen. Die langen sägeförmigen oder schwertförmigen Endstücke der Maxillen vertreten beide Laden. Was die beschreibende Zoologie Zunge (*ligula*) nennt, entspricht den vereinigten inneren Laden der Unterlippe, an deren Basis nach innen die immer eingliedrigen äusseren Laden (*paraglossae*) und nach aussen die mehrgliedrigen Labialtaster liegen.

Sehr instructiv ist die Unterlippe der Wespen, deren Mundtheile sich denen der kauenden Insekten sehr nähern. Sie ist vierlappig; die beiden äusseren Lappen sind die *paraglossae* der Bienen, die beiden inneren die Zunge.

### *Hemiptera.*

Ihr Saugorgan (Schnabel) ist sehr übereinstimmend in allen Familien. Die Unterlippe formt eine gegliederte Scheide, deren Basis oben durch die verlängerte Oberlippe gedeckt wird, und welche vier Borsten, Mandibeln und Maxillen einschliesst. Die Taster fehlen ganz, auch Theile, welche eine strenge Vergleichung mit Epipharynx und Hypopharynx aushielten.

### *Diptera.*

Die Scheide des Diptern-Rüssels ist die Unterlippe: ihre Basis (*submentum*) macht ein Knie mit dem

Stiel (*mentum*), an dem die Endlippen sitzen, die mit einander verwachsenen Laden. Die Lippentaster fehlen. In der Scheide liegen zwei bis sechs Borsten, sechs, wenn die Oberlippe auch borstenförmig wird, dazu die Mandibeln, Maxillen und Hypopharynx. So bei den Culiciden und Tabaniden. Die Maxillentaster vorhanden. An den den Unterkiefern entsprechenden Borsten sind oft die beiden Basaltheile zu unterscheiden; die Laden verschmelzen.

Bei den von den eigentlichen Diptern abweichenden Pupiparen ist auch der Saugrüssel ein anderer. Die Maxillen bilden eine Scheide, worin als borstenförmige Theile des eigentlichen Saugapparates Oberlippe, Unterlippe und Hypopharynx liegen (*Hippobosca. Ornithomyia*). Den beiden die Scheide bildenden Klappen ähnlich sind die Maxillen der *Aphaniptera* (*Pulex*), an denen sich auch lange Taster vorfinden, die dort fehlen.

### *Lepidoptera.*

Die Maxillen bilden den Saugrüssel, alle übrigen Mundtheile behalten die bei den nagenden Insekten gewöhnliche Form, sind aber mehr oder weniger rudimentär, mit Ausnahme der stark entwickelten Labialtaster. Da die Maxillen kleine Taster tragen, so ist durch diese Gränze angezeigt, dass der fadenförmige Theil einer lang ausgezogenen Lade, die Basis den mit einander verschmolzenen Grundstücken entspricht.

Das Bisherige wird zur Orientirung für den Anfänger hinreichen. Am abweichendsten sind die Mundwerkzeuge der Pediculinen. An den Larven derselben kann man deutlich die drei Paare unterscheiden. Später werden sie reducirt. Die Maxillen verwachsen zu einer

breiten Platte mit einer Einkerbung. Die Unterlippe schwindet ganz und schliesslich sind in dem zu einer Rinne und Rüsselscheide gestalteten Vorderkopfe die Oberkiefer als kaum bemerkbare Leisten und die Unterkiefer mit schwach chitinisirten Endspitzen zu erkennen.

Das Abdominalskelet der weiblichen Insekten. Die Zahl der Segmente schwankt zwischen acht und elf. Acht besitzen die *Lepidoptera*, scheinbar auch die *Hymenoptera*, bei denen sich jedoch ein, eigentlich dem Abdomen zugehöriges Segment mit dem Thorax verbunden. Neun Segmente haben die *Coleoptera*, auch *Pulex*; zehn einige *Hemiptera*; elf ein Theil der *Hemiptera* und *Diptera*, die *Thysanura*, viele *Neuroptera*, die *Orthoptera*.

In der Regel fehlen die Bauchstücke der vorderen Segmente wegen stärkerer Entwicklung der unteren Brusttheile; bei manchen Schwimm- und Laufkäfern drei.

Mit Ausnahme der *Hymenoptera* und *Hemiptera homoptera*, denen das achte Bauchstück fehlt und deren Scheidenöffnung hinter dem siebenten Bauchstück liegt, ist die Lage der Scheidenöffnung an der Bauchseite hinter dem achten Segmente fixirt. Die Analöffnung befindet sich bei den *Lepidoptera* unmittelbar oberhalb der Scheidenöffnung, da jede Andeutung weiterer hinterer Segmentstücke fehlt. Bei den anderen Ordnungen wird durch das Dazwischentreten des neunten, zehnten und auch elften Segmentes die Analöffnung mehr oder weniger von der Scheidenöffnung getrennt. Alle dazwischen liegenden, oft völlig umgestalteten Chitinstücke lassen sich auf die im Schema benannten Segmenttheile zurückführen, und namentlich lässt sich nachweisen, dass die äusseren Hülfs-Genitalorgane (Legesta-

chel, Legesäbel, Legebohrer, Legeröhre auch der Stachel der *Hymenoptera* (s. u. bei Giftdrüse) nach einem Plane und fast immer nur aus den Theilen des neunten Abdominalsegmentes gebildet sind. Wir können hier nur einige Beispiele auswählen. So ist am Legesäbel von *Decticus verrucivorus*

die Analplatte = Rückenstück,
Epimeren = unbenannte kleine Verbindungsstücke,
Rückenanhänge = äussere styletförmige Stücke,
Bruststück = eigentliche Legescheide,
Episternen
Bauchanhänge } = Scheidenklappen.

Bei *Agrion virgo* sind alle Theile des neunten Segmentes vorhanden, die Bauchanhänge haben die Form einer Legesäge angenommen. Bei den *Coleoptera* entspricht die Analplatte dem Rückenstück, die Seitenstücke den Epimeren, die sogenannten Vaginalpalpen den Episternen, eine accessorische Platte dem Bruststück. Bei den *Coleoptera* und *Diptera* sind die letzten Segmente wieder in den Leib eingezogen und Cloakenrohr oder auch Scheide genannt worden. Endlich sei erwähnt, dass bei den *Lepidoptera* das siebente Segment eine auffallende Form angenommen hat, im Zusammenhange mit der Eigenthümlichkeit, dass hier hinter der Scheidenöffnung eine in die Begattungstasche führende, das männliche Begattungsorgan aufnehmende Oeffnung liegt.

---

Eine zusammenhängende Darstellung der ähnlichen Verhältnisse bei den männlichen Insekten ist zur Zeit noch ein Desiderat.

Rücksichtlich der specielleren Morphologie des Hautskeletes der Crustaceen und Arachniden wollen

wir uns auf einige Bemerkungen beschränken, das Wechselverhältniss der Kiefern und der Beine angehend. Lehrreich ist besonders bei den höheren Crustaceen die Umgestaltung der Thoracalbeine in Hülfskiefer.

Für die Arachniden ist trotz vielen Hin- und Herredens die Morphologie der Kopftheile noch sehr ungenügend. Der Wahrheit am nächsten scheint die Ansicht zu sein, dass mit den vorderen Antennen, Oberlippe und den zusammengesetzten Augen ihnen überhaupt ein dem Vorderkopfe entsprechender Abschnitt fehle. Ihre sogenannten Kieferfühler bekommen ihre Nerven von den oberen Schlundganglien, sind also wohl die hinteren Antennen der übrigen Arthrozoen. Eigentliche Mandibeln fehlen. Die ersten Maxillen sind sehr verschiedenartig als Mundtheile verwerthet, das zweite Maxillenpaar aber (Unterlippe der Insekten) ist zu einem Fusspaar geworden, daher die für die Arachniden charakteristischen vier Paar Beine.

Nervensystem und Sinnesorgane. Auf das Nervensystem der Arthropoden sind wir durch dasjenige der Würmer und insbesondere der Annulaten vielfach vorbereitet; der Typus ist derselbe: Schlundring und Bauchganglienkette. Die grösste Variabilität kommt auf die letztere, indem sie in ihrer Entwicklung fast immer ein getreues Abbild ist der Körpergliederung. Neben diesen Haupttheilen und ihren peripherischen Ausstrahlungen machen sich aber nach zwei Systeme von Ganglien und Nerven geltend, wenn auch nicht in eben solcher Allgemeinheit. Daher sind nach einander zu betrachten a) Schlundring; b) Bauchganglienkette; c) das Schlundnervensystem; d) das System des sympathischen Nerven.

a) Der Schlundring.

Vielleicht besteht bei manchen niederen Milben der Schlundring nur aus einem einfachen Markbande ohne Anschwellungen. Allein in den meisten Fällen heben sich von den seitlichen Commissuren als wichtigster Theil des Schlundringes die auf dem Schlunde liegenden beiden oberen Schlundganglien ab, mitunter z. B. bei manchen Entomostraken und *Daphnia*, zu einem scheinbar unpaarigen Ganglion verschmolzen, in der Regel durch eine Furche deutlich getrennt. Bei vielen höheren Arthropoden, namentlich Käfern und Hymenopteren treten an den oberen Schlundganglien besondere Lappen oder Anschwellungen auf, zunächst als Ursprungsstellen der für die Sinnesorgane bestimmten Nerven (Antennen- oder Riechlappen, Sehlappen), welche sogar die eigentlichen Ganglien an Grösse übertreffen können. Ganz eigenthümliche Anschwellungen der primären Knoten in entfernter Aehnlichkeit mit den „Hirnwindungen“ der Wirbelthiere oder in Form radial gestreifter Scheiben kommen bei Ameisen, Bienen und Wespen vor und scheinen mit den so auffallend entwickelten seelischen Fähigkeiten dieser Thiere in Verbindung gebracht werden zu müssen.

Viel weniger variabel ist das untere Schlundganglienpaar, welches auch so lange an Masse gegen das obere weit zurückzustehen pflegt, als es nicht durch Verschmelzung mit Theilen des Bauchmarkes sich verstärkt hat.

b) Die Bauchganglienkette.

Die Normalform der Bauchganglienkette ist die einer Strickleiter; so bleibt sie bei den Phyllopoden *Apus*,

*Branchipus*, *Artemia.* So unendlich verschieden nun im Uebrigen die äussere Gliederung ausgesprochen ist, so vielfach variirt auch die Bauchkette, theils indem die zu einem Paare gehörigen Knoten in einen zusammenrücken, theils indem die Ganglienpaare sich einander nähern und verschmelzen oder ganz verschwinden. Und dieselben Verschmelzungen, welche durch die Ordnungen gehen, finden sich in dem Individuum in der Reihe seiner Metamorphose wieder. Behalten wir den letzteren Fall zunächst im Auge, weil er uns den Maassstab an die ähnlichen Verhältnisse legen lehrt; und zwar wird es ganz gleichgültig sein, aus welcher Thierklasse wir das Beispiel wählen. An der Schmetterlingsraupe zählt man zwölf Ringe, und ihnen entsprechen, ausser dem Gehirn mit dem kleinen *Ganglion infraoesophageum*, elf Bauchknoten. Im ausgebildeten Schmetterlinge, wo die Brustringe zum Thorax mit einander verbunden sind, sind auch die Brustganglien in gleichem Grade, zu zweien, verwachsen, und im Hinterleibe, dessen Bewegungsthätigkeit zurückgetreten, sind gleichfalls mehrere Ganglien zurückgetreten oder verschwunden. Gleicherweise sind in früheren Embryonalperioden bei den meisten Arthropoden die Bauchstränge noch völlig getrennt wahrzunehmen, die später, so wie die Ganglien, sich vereinigen. Insofern man nun den Schmetterling für höher entwickelt hält als seine Raupe, scheint der Schluss gerechtfertigt, dass, je concentrirter die Bauchganglienkette, desto höher auch der systematische Rang des Thieres sei. So viel diese Ansicht für sich hat, erleidet die Regel doch grosse Beschränkungen. Es ist z. B. unstatthaft, innerhalb der niederen Krebse aus den Abtheilungen der Copepoden, Ostracoden und Daphniden

aus dem Verhalten der Bauchkette systematische Schlüsse zu ziehen. Bei Cythere ist dieselbe wohl entwickelt, bei verwandten Gattungen dagegen fast ganz reducirt. *Astacus fluviatilis* hat mit dem *ganglion infraoesophageum* sechs Thoracal- und sechs Abdominalganglien. Bei vielen Krabben, z. B. *Cancer maenas*, ist dagegen das untere Schlundganglion mit den übrigen Anschwellungen der Kette zu einer Masse verschmolzen. Es würde aber doch gewagt sein, sie im Allgemeinen für höher organisirt als die langschwänzigen Decapoden zu halten.

Ausser bei den Krebsen findet sich diese höchste Centralisirung noch bei den Spinnen und Zecken. Es kommen mehrere Ganglien hinzu, sobald die Körpergliederung äusserlich weiter bemerkbar ist; und so weist der Scorpion, an dessen gegliederten Leib sich ein gegliederter Hinterleib anschliesst, ausser dem grossen, aus der Verschmelzung mehrerer entstandenen Brustganglien, noch eine Reihe nachfolgender Ganglien auf.

Was die Insekten betrifft, so können wir uns mit der Bemerkung begnügen, dass hier am constantesten ein durch Form und Grösse wenig ausgezeichnetes unteres Schlundganglion vorkommt, dann drei Thoraxganglien und eine Reihe von Abdominalganglien. Es liegt ausser unserm Zwecke, die mannichfachen Modificationen dieser Anordnung durchzugehen, und muss dies einer specielleren Zootomie und Zoologie überlassen bleiben. Wir hatten nur den allgemeinen Plan in seinen Hauptzügen vor Augen zu legen.

Die Nerven für die verschiedenen Organe entspringen im Allgemeinen aus den ihnen zunächst liegenden Ganglien; so aus dem unteren Schlundganglion die Nerven der Mundwerkzeuge und Palpen, die Fuss- und Flü-

gelnerven aus den Thoracalganglien, während natürlich bei den Krabben und Spinnen das einzige grosse Brustganglion sämmtliche, vom Gehirn nicht versehene Partieen mit Nerven versorgt.

c) Das System der Schlundnerven.

Man hat vor Jahrzehnten den Gedanken ausgesprochen, das gesammte Nervensystem der Arthropoden entspräche dem sympathischen oder Eingeweide-Nervensystem der Wirbelthiere. Später entdeckte man bei Annulaten (*Hirudo*) und Gliederthieren einen, theils unpaarigen, theils paarigen Nerven, welche zwar im oberen Schlundganglion wurzeln, aber durch Einschaltung von kleinen Ganglien sich von den übrigen Hirnnerven unterscheiden. In ihnen glaubte man den Sympathicus gefunden zu haben. Sie vergleichen sich ihrer Function nach aber besser dem *nervus vagus*, da sie nur die vorderen Partieen des Nahrungskanals versehen. Beispiele bieten namentlich die Käfer.

d) Der sympathische Nerv.

Nachdem die Idee aufgetaucht und bald wieder aufgegeben war, die Bauchganglienkette der Arthropoden entspräche dem Sympathikus der Wirbelthiere, erblickte man das Analogon desselben in den unter c) eben abgehandelten Schlundnerven. Der eigentliche, in seiner Bedeutung erst in neuerer Zeit entdeckte Sympathikus der Annulaten und Arthropoden (am genauesten untersucht bei Hirudo und verschiedenen Insekten) ist ein zwischen den beiden Längscommissuren des Bauchmarkes sich herabziehender medianer Nerv, der aus den einzelnen Ganglien der Bauchkette seine Wurzeln empfängt, kleine

Ganglien bildet, und dessen Aeste in die Nerven der Bauchkette eingehen, um sich weiter nach aussen, an ihren mikroskopischen Elementen erkennbar, wieder von jenen abzusondern. „Bei den Wirbelthieren liegt der Sympathikus unterhalb des Rückenmarks, bei den Arthropoden gehört er der oberen Fläche des Bauchmarks an. Gerade dieses Lagerungsverhältniss, in welchem der Sympathikus der Arthropoden zum Bauchmark steht, nöthigt uns fast, die Fragen von der Einheit des Bauplanes zu berühren“ (Leydig). Semper.

### Tastorgane.

Sie sind allgemein verbreitet. Die Crustaceen sind fast durchweg mit einem oder zwei Paar Antennen als Gefühlsorganen versehen, durch welche sich die aus dem oberen Schlundganglion tretenden Nerven erstrecken. Um sich über die specifische Beschaffenheit solcher Tastwerkzeuge zu unterrichten, eignen sich besonders die kleinen Antennen der *Cladocera*. In sie treten aus dem Ganglion des Nerven eine Anzahl Fasern, und jede derselben wird zu einer in's Freie ragenden „Tastborste“, mit einer knopfförmigen Anschwellung endigend. Auch bei anderen Krebsen und Arthrozoen sind die mit einer Anschwellung endenden Hautnerven mit einfachen oder gefiederten Haaren zu Tastwerkzeugen verbunden. Im Uebrigen gehören die wichtigsten Tastorgane als Palpen zu den Mundwerkzeugen, namentlich bei Spinnen und Insekten.

### Geruchsorgane.

Man hat sich lange mit der Ansicht getragen, gewisse zahlreiche Grübchen auf den Antennen, welche

neben den borstentragenden Gruben vorkommen, seien specifische, und zwar Geruchsorgane. Sie sind jedoch morphologisch nichts, als die erweiterten Enden der auch sonst bei den Arthropoden starken Porenkanäle. Dagegen giebt es weitverbreitet eigenthümliche Zapfen und Kegel der Antennen, welche als Sinnesorgane aufgefasst werden müssen. Bei *Asellus aquaticus* stehen auf den Endgliedern der kürzern Fühler ausser den gewöhnlichen Haaren und den Tastborsten einige Geruchszapfen, hohle, zarte Cylinder auf festerer Basis, welche das Ende einer Nervenfaser bergen. Ein anderes Beispiel geben die Endglieder der Antennen des Engerlings, wo mehrere Gruppen von Kegeln und hellen Feldern mit jenen specifischen Nervenendigungen anzutreffen.

Auch beim Hirschkäfer ist jedes Härchen der Endlamelle der Antenne an der Wurzel mit einer Nervenendigung in Verbindung. Zwei Grübchen mit solchen Härchen könnte man (mit Landois) als die Gehörorgane ansehen. Jedenfalls erinnert der Befund an die Hörfasern der Krebse (s. u.).

### Augen.

Es ist vorauszusetzen, dass, wer zum Verständniss der Gesichtswerkzeuge der Arthropoden (wie unten der Mollusken) schreiten will, mit der Lage und Function der Hauptbestandtheile des Auges der Wirbelthiere und unter andern auch mit der Endigungsweise der Fasern der Sehnerven in der Stäbchen- und Zapfenschicht der Netzhaut vertraut ist.

Am nächsten an die Augen der Mollusken, Würmer und Wirbelthiere schliessen sich diejenigen Augen der

Arthropoden an, welche einfache Augen, *ocelli*, *stemmata*, genannt werden. An ihnen bildet die allgemeine Chitinhaut des Körpers durch eine blosse Verdickung die Linse, hinter deren Rand das Chorioidalpigment in der Regel sich zu einer Art von Iris einschlägt. In den meisten Fällen ragt die Stäbchenschicht der Netzhaut unmittelbar an die Linse heran, welche Elemente früher vielfach irrig als „Glaskörper“ angesehen wurden. Das Pigment der Chorioidea umgiebt das Sehganglion und seine Nervenausstrahlungen entweder becherförmig oder, häufiger, es ordnet sich streifenförmig um die einzelnen Nervenelemente an. So verhalten sich die Spinnen, Myriopoden, die Larven der meisten Insekten, sehr viele Orthoptern, Diptern und alle Hymenoptern, welche die einfachen neben den zusammengesetzten Augen behalten.

Eine Abart der eben beschriebenen einfachen Augen kommt bei den Raupen und Asseln vor. Ihre Hornhaut bildet eine convex-concave Linse, in deren Höhlung noch besondere linsenartige Körper oder Glaskörper eingeschoben sind.

Eine eigene Sclerotica fehlt meist den einfachen Augen, doch kann sie durch die sich fortsetzende bindegewebige Hülle des Sehnerven (Neurilemm) hergestellt werden.

Die allmälige Ausbildung dieser Augen aus einfacheren Anfängen wird begreiflich aus den Gesichtswerkzeugen der Copepoden und mancher Branchiopoden, wie denn auch bei der zuletzt genannten Gruppe durch Vermehrung der Linsen und andere, die Hornhaut betreffende Modificationen das sogenannte zusammengesetzte

Auge vorbereitet und in den Kreis des Erklärbaren hineingezogen wird.

Viele Crustaceen, namentlich die Decapoden, und fast alle Insekten im Imagozustande besitzen die sogenannten zusammengesetzten Augen, deren Hornhaut in scharf conturirte, vier-, fünf- oder sechsseitige Felder getheilt ist, facetirt. Die Facetten sind gewölbt und bilden Linsen. In vielen Fällen ist eine derbhäutige Sclerotica vorhanden in Form einer das Auge rings umgebenden Kapsel, welche vorn mit der Hornhaut zusammenfliesst. Eine zusammenhängende Chorioidea liegt gewöhnlich dem hinteren Theile der Scleroticalkapsel an. Von da nach der Hornhaut zu bildet das Pigment Streifen und Röhren, zwischen und in welchen, ausser sehr zarten und zahlreichen Muskeln und zonenartig verbreiteten Luftgefässen, als wichtigster Bestandtheil die Nervenfasern und die Krystallkegel verlaufen. Letztere haben sich als selbständige, zum bilderzeugenden Apparate gehörige Theile erwiesen. Das nach innen gekehrte Ende jedes Kegels ruht auf den feinsten Nervenfäserchen, in welche der Nervenstab zerfällt.

Indem somit jeder Nervenstab durch sein pinselförmiges Aussenende ein ganzes Bildchen empfängt, erscheint das zusammengesetzte Auge als eine Anhäufung sehr vieler (bis 10,000) einfachen, umgeben von einer gemeinschaftlichen Sclerotica.

### Gehörorgane.

Unter den Crustaceen besitzen nur die Decapoden, diese aber allgemein, Gehörwerkzeuge. Sie liegen im Basaltheil der inneren Antennen, kommen jedoch bei

den Caridinen auch frei vor und bestehen im Wesentlichen darin, dass von dem Endganglion eines Nerven ein feiner Faden in ein Chitinhaar hineintritt und an einen eigenthümlichen Theil der Haarwand sich festsetzt. Diese Haarwand vollführt bei entsprechenden Tönen Schwingungen. Diese Haare stehen also in der Regel auf der inneren Fläche eines im Antennengliede enthaltenen Gehörsackes, welcher geschlossen sein kann (*Leucifer*), gewöhnlich aber durch eine spaltenförmige Oeffnung mit der Aussenwelt communicirt. Bei den Brachyuren enthält er kein steiniges Concrement; bei den übrigen finden sich Otolithen, entweder regelmässige Bildungen, welche im Thiere entstehen, oder häufiger von aussen aufgenommener Sand. Bei *Mysis* liegt das Gehörorgan im Schwanze.

Wenn nun auch von anderen Crustaceen die Gehörorgane nicht ausdrücklich beschrieben sind, so muss doch auf jene eigenartigen Haarbildungen und Kegel wiederholt hingewiesen werden, die, mit Nerven versehen, an den Antennen verschiedener Ordnungen gefunden wurden. Sie sind oben als Geruchswerkzeuge gedeutet; die Möglichkeit liegt aber auch offen, dass es „Hörhaare“ sind.

Von den Insekten sind die Arthropoden am längsten hinsichtlich ihrer Ohren bekannt. Bei den Acridiern (*Gomphocerus* u. a.) bemerkt man oben und an den Seiten des ersten Hinterleibsringes einen eiförmigen Ausschnitt, umgeben von einer hornigen Einfassung, in welcher eine dünne Membran als Trommelfell ausgespannt ist. Durch Verdickung und Faltung des Trommelfelles entstehn nach innen einige „Hornvorsprünge“ (Kegel, Seitenjoch, Grube. Dreiseitige Kapsel) mit wel-

chen die Endigungen — Kolben und stabförmige Körperchen — des vom 3. Brustganglion kommenden Hörnerven in Verbindung treten. Auffallender noch ist die Lage der Gehörorgane bei den Locustiden und Achetiden in den Tibien des ersten Fusspaares, z. B. bei *Locusta viridissima.* Auf beiden Seiten der Tibien findet sich ein längliches, freies oder durch eine Chitinfalte überdecktes Trommelfell, an welches sich die zweigespaltene erweiterte Tibialtrachee anlegt. In dem Raume vor der Trachee nach der vordern Tibialwand verläuft die „Leiste der Gehörstifte"; seitlich von dieser der aus einem Ganglion hervortretende Gehörnerv. Er giebt für jeden Stift eine Basalganglionzelle und eine Verbindungsfaser ab. Bei den Grylloden entdeckte Graber nur oberhalb der Trommelfelle ein zweihörniges Ganglion, dessen End-Elemente mit dem Integument verbunden sind. Da diess hier der alleinige nervöse Endapparat ist und ein ähnlicher supratympanaler Abschnitt von G. auch bei den Locustinen gefunden wurde, meint der Entdecker, dass die Hauptfunction bei der Perception der Schallschwingungen diesem supratympanalen Organe zufiele.

Auch bei den Käfern und Diptern ist ein dem Ohr der Arthropoden entsprechendes Organ nachgewiesen, übereinstimmend namentlich durch die stäbchenförmigen Nervenendigungen. Bei jenen liegt es in der Wurzel der Hinterflügel auf dem braun chitinisirten Streifen, der als „Subcostalvene" bezeichnet wird. Bei den Diptern ist es in der Basis der Halteren angebracht.

Ernährungssystem. a) Darmkanal. Der Darmkanal fast aller Crustaceen verläuft ziemlich geradlinig, oder macht nur geringe Biegungen und ist auch gewöhnlich ohne blindsackige Anhänge. Die Aftermün-

dung, die sich gewöhnlich am Schwanzende befindet, ist ausnahmsweise bei den Cirripedien, wegen des abweichenden Schalenbaues, am Ende einer langen, aus der Schale hervorgestreckten Röhre. Unter den verschiedenen, die Darmwandungen ausmachenden Schichten zeichnet sich die innere mehr wie bei den Arachniden und Insekten durch ihren Chitingehalt aus, namentlich an den Enden. Sie nimmt an dem Häutungsprocesse Theil.

Am einfachsten, röhrenförmig, ist der Darmkanal bei mehreren Ordnungen der Entomostraceen, den Parasiten, Phyllopoden, auch einigen Copepoden (*Cyclops*), während er bei anderen Phyllopoden (*Daphnia*) von der Speiseröhre nach vorn und oben steigt und sich dann nach hinten umbiegt. Bei den meisten übrigen Crustaceen folgt auf einen engeren geraden Oesophagus ein Magen, dessen Epithelium sich gewöhnlich durch Haar- und Borstenbildung, sowie durch die Bildung von chitinösen Leisten und Zähnen auszeichnet. Am meisten ist dies bei den Decapoden der Fall, deren hinter der Stirn liegender Magen in einen vorderen blasenförmigen und einen hinteren, in den Pylorus übergehenden, pyramidenförmigen Theil zerfällt. In diesem hinteren Theile befindet sich ein sehr eigenthümliches Gerüst, an dem sich mehrere Platten und Balken, ein mittlerer, unpaariger, zweizinkiger Zahn, der in das Innere der Magenhöhle von oben hineinragt, und zwei seitliche Zahnleisten unterscheiden lassen. Obgleich das Gerüst durch einige von Aussen sich an dasselbe setzende Muskeln bewegt werden kann, scheint es doch nicht zum eigentlichen Kauen benutzt werden zu können. Zur Zeit des Schalenwechsels (Juli, August) wechselt auch das Gerüst. Während von der Schleimhaut des Magens unter

dem alten Gerüst das neue ausgeschieden wird, wird jenes theilweise aufgelöst und fällt zusammen.

Unter den Spinnen ist der Darmkanal der Taranteln und Scorpione eine einfache, ungefähr gleich weite Röhre und unterscheidet sich dadurch von dem Darmkanal der übrigen Archniden, bei denen er bald (Tardigraden) weit und unregelmässig eingeschnürt ist, bald regelmässige, magenartige Erweiterungen und kurze und lange Blindsäcke zeigt und gewöhnlich in einen kurzen verengerten Mastdarm übergeht. Durch ungewöhnlich lange Blindsäcke sind die Pycnogoniden und *Galeodes* ausgezeichnet, wo sie sich bis in die Kieferhöhlen, Taster und Beine erstrecken. Der im Cephalothorax der Araneen befindliche Magen ist ringförmig, und durch seine Oeffnung tritt vom Rücken ein mit dem, diesen Spinnen eigenthümlichen Saugapparate sich verbindender Muskel.

Am Verdauungskanal der Insekten, dessen Wände im Allgemeinen aus drei Schichten, einer äusseren Peritoneal-, einer mittleren Muskel- und einer inneren homogenen Epithelialschicht bestehen, lassen sich meist verschiedene Abtheilungen unterscheiden, die verschiedenen Functionen vorstehen und nach der Art der Nahrungsmittel sich mehr oder minder entfaltet haben. Gewöhnlich ist der Darmkanal der pflanzenfressenden Insekten zusammengesetzter als der von animalischen, einer geringeren Assimilation bedürftigen Stoffen lebenden. Der längere oder kürzere Schlund, der mit der Gefrässigkeit in gleichem Verhältniss zu stehen pflegt, führt in der Regel in einen Kropf (*ingluvies*), hinter welchem sich häufig, namentlich bei den Orthoptern, Coleoptern und Neuroptern ein an der Innenfläche mit borsten- und

leistenartigen gezähnelten Erhabenheiten besetzter Kaumagen (*proventriculus*) befindet. Bei den saugenden Insekten sehen wir statt der genannten Erweiterungen mit dem Oesophagus einen blasenförmigen, gestielten, dünnwandigen Saugmagen zusammenhängen. Die folgende Abtheilung, der eigentliche Magen, Chylusmagen (*ventriculus*), ist die wichtigste, indem hier vorzugsweise die Verdauung vor sich geht. Dieser Chylus bereitende Abschnitt entspricht also nicht nur dem Magen, sondern zugleich auch dem Dünndarm der höheren Wirbelthiere, und diejenige Abtheilung des Darmkanals der Insekten, welche Dünndarm genannt wird, hat mit der Verdauung wenig oder nichts zu thun. Sie beginnt am Pylorus des *ventriculus*, wo die sogenannten Malpighischen Gefässe münden. In dem weiteren Verlaufe unterscheidet man einen Dickdarm und den gewöhnlich kurzen Mastdarm.

### b) Speicheldrüsen und Leber.

Den Crustaceen fehlen die Speichelorgane fast allgemein; nur bei den Cirripedien findet sich ein Paar in den Magen mündender Drüsen, und mit noch mehr Gewissheit sind zwei oder mehrere sich in die Mundhöhle öffnende Drüsen der Myriopoden für Speichelorgane zu halten.

Sehr verbreitet sind die Speicheldrüsen aber bei den Spinnen und Insekten. Bei den Spinnen (selbst bei den Tardigraden) ist gewöhnlich ein Paar vorhanden, dessen Ausführungsgänge in die Mundhöhle oder auch (bei den Scorpionen) in den Schlund gehen. Die Insekten haben häufig zwei oder auch drei Paare, die längere oder kürzere Gefässe darstellen oder auch durch

ihre Trauben- und Büschelform an die conglomerirten Drüsen der höheren Thiere erinnern. An dem eigentlich ausscheidenden Theile erkennt man gewöhnlich eine *tunica intima*, eine Zellenschicht und eine diese umfassende *tunica propria*, während diese Häute in den Ausführungsgängen eine festere, hornartige Beschaffenheit angenommen haben, und die *tunica intima* oft Spiralbildungen zeigt nach Art der Tracheen. Seltner, wie dies am oberen, unter der Stirn liegenden Paare von *Formica rufa* der Fall ist, besteht die Drüse aus einzelnen grossen Zellen, deren jede ihr Secret durch einen feinen, von der die Zelle einschliessenden *tunica propria* gebildeten Kanal nach einem kurzen gemeinschaftlichen Ausführungsgang leiten lässt. Die unter der Zunge mündenden unteren Speicheldrüsen desselben Insects bestehen aus büschelförmig vereinigten Follikeln, und noch viele andere Hymenoptern, unter ihnen z. B. *Apis*, zeigen ähnlich zusammengesetzte trauben- oder büschelförmige Drüsen. Eine andere, namentlich unter den Wanzen sehr verbreitete Form ist die Lappenform. Die hintere Drüse besteht aus einem, häufig noch gefingerten Hauptlappen, mit welchem oft ein kleinerer verbunden ist. Diese Drüse hat zwei Ausführungsgänge von gewöhnlich ungleicher Länge. Sehr häufig stellen diese Drüsen aber nur fadenförmige Schläuche dar, die namentlich bei den Larven zu den Seiten des Darmkanals sich weit in die Leibeshöhle hinein erstrecken. Sie finden sich in einigen Ordnungen, bei den Diptern, Lepidoptern und vielen Käfern fast ausschliesslich.

Bei den meisten Arthropoden, welche keine von Darmkanal gesonderten Gallenorgane besitzen, müssen wir vermuthen, dass die Epithelialzellenschicht des

chylopoetischen Theiles des Darmkanals einen gallenartigen Saft secernirt, und dies um so mehr, wo sich, wie bei den meisten niederen Crustaceen, schon kleinere Drüsenfollikel oder, bei den Cirripedien, bei *Daphnia,* vielen Insekten, längere blindsackartige Ausstülpungen formirt haben. Aber erst wo diese Blindsäcke sich mehr isoliren, werden sie zu einer wirklichen Drüse, wie sie sich unter den Crustaceen weniger vollständig bei den Isopoden, Amphipoden u. a., sehr vollständig aber bei den meisten Decapoden entwickelt hat. Als Beispiel mag *Astacus fluviatilis* dienen. Hier besteht das paarige Organ jederseits aus drei Lappen, und jede Hälfte mündet mit einem Ausführungsgang hinter dem Pförtner des Kaumagens in den Darmkanal. Die Lappen werden wieder durch längliche, fingerförmig verbundene Follikel gebildet; die näheren Bestandtheile der Follikel sind eine *tunica propria*, die an ihr befestigte secernirende Zellenschicht und eine den Follikel locker von innen auskleidende *tunica intima,* durch welche die Galle durch Diffusion dringt.

Bei den Araneen und Scorpioniden scheint die von vielen Naturforschern „Fettkörper" genannte bräunliche Masse, welche durch mehrere Ausführungskanäle mit dem Darm in Verbindung steht, die Leber zu sein. Von diesem Fettkörper ist das bei den Insektenlarven sich ansammelnde *corpus adiposum* ganz verschieden, welches, aus grössten Theils wirklichen Fettzellen gebildet, zum Verbrauch während des ruhenden Puppenlebens verwendet wird.

c) Gefässsystem. Kreislauf.

Die meisten Arthropoden sind mit einem, den Blutlauf regelnden Centralorgane versehen, das man bei den

Myriopoden, Spinnen und Insekten wegen seiner Schlauchform das Rückengefäss, bei den Crustaceen aber, wo es gewöhnlich kürzer ist, Herz zu nennen pflegt.

Das Rückengefäss der Insecten ist ein in der Mittellinie des Abdomen gegen den Rücken zu liegender Schlauch. Es besteht aus einer Reihe, gewöhnlich 8, mit einander cummunicirenden Kammern mit je einer linken und rechten seitlichen Spaltöffnung. Letztere werden entweder durch klappenartige Einstülpungen gegen die Rückstauung des Blutes geschlossen, oder es werden die verdickten Ostienlippen durch sich kreuzende Ringfasern gesperrt. Beim Nachlass des Verschlusses tritt das Blut seitlich ein. Die letzte Kammer, vorn, geht in einen einfachen oder sich spaltenden Arterienstil über.

Das Herzrohr ist durch besondere Muskeln an der Rückenwand befestigt und liegt in einem, grösstentheils mit einem schwammigen Zellgewebe und Tracheen erfüllten Hohlraume. Nach unten wird dieser durch das von den Flügelmuskeln und deren Bindegewebe gebildete Septum von dem Eingeweideraum getrennt. Bei Contraction der Flügelmuskeln muss das Blut aus dem Eingeweideraum in die Rückenkammer übertreten, wo wegen des Tracheenreichthums die Athmung vorzugsweise stattfinden muss. (Graber).

Das speciellere Verhalten des Herzens der Spinnen und Myriopoden verdient eine neuere Vergleichung.

Es schliesst sich hieran die längliche Form, welche das Herz mehrerer Ordnungen der Krebse angenommen, namentlich der Phyllopoden und Stomatopoden. Bei den Cladoceren ist das Herz ein einfacher, rundlicher oder ovaler Behälter, der behufs der Auf-

nahme des Blutes mit zwei seitlichen Spaltöffnungen versehen ist, und aus dem das Blut durch eine vordere und hintere Oeffnung tritt, wenn nicht an diesen Stellen Arterien entspringen. Bei den übrigen Ordnungen der Crustaceen verhält sich das Herz ähnlich, hat aber mehr venöse Spalten und giebt gewöhnlich mehr Arterienstämme ab, als dort Arterienöffnungen oder wirkliche Arterien sich finden. Seine Form ist namentlich bei den Decapoden auffallend, platt und polygonal. Es liegt immer in der Mittellinie des Vorderrückens.

Nur von den Scorpioniden ist ein vollständig geschlossenes Gefässsystem beschrieben worden ihre Arterien sollen sich verzweigen und unmittelbar in ein Venensystem übergehen, welches zu den Athemorganen führt, von wo aus das Blut wiederum durch eigene Gefässe zum Herzen zurückgelangt.

Im Uebrigen aber fehlt den Arthropoden ein geschlossenes Gefässsystem, indem sich entweder ausser dem Herzen (Rückengefässe) gar keine Gefässe beobachten lassen, oder das Gefässsystem höchstens in mehreren Arterien besteht, die entweder plötzlich aufhören oder allmälig sich verzweigend verschwinden, worauf die Blutflüssigkeit in bestimmten Strömen durch den ganzen übrigen Körper läuft. Zuerst häufig sehr fein, vereinigen sich diese Ströme zu stärkeren venösen Stämmen und stellen so einen vollkommenen Kreislauf her, wobei die Richtung und Vertheilung der Ströme theils durch den ursprünglichen Herzstoss und die verschiedenen im Wege liegenden Organe, theils auch durch eigens zu diesem Zwecke ausgespannte Membranen oder Leisten moderirt wird.

Bei den Crustaceen sind die arteriellen Gefässe, wie es scheint, am weitesten verbreitet, wiewohl man bei mehreren Ordnungen, den Entomostraceen, und Phyllopoden keine Spur von ihnen bemerkt. Bei den Branchiopoden fehlen sie wenigstens in der Familie der *Cladocera* (*Daphnia* u. a.) nicht, aus deren Herzen nach vorn ein sich mehrfach theilender *truncus arteriosus* sowie seitlich und nach hinten andere Arterien entspringen, die sich durch ihre Länge und weit gehende Verästelung vor den ausnehmend kurzen Arterienstämmen der Isopoden, Amphipoden, auch der Pöcilopoden auszeichnen. Vollständiger ist das Arteriensystem bei den Stomatopoden und noch mehr bei den Decapoden. Aus dem polygonalen zipfeligen Herzen des *Astacus fluviatilis* entspringen aus einem vorderen Aortenstamme drei Arterien, eine mittlere für die Augen und zwei seitliche für die Antennen und den Cephalothorax. Zwei ihnen zur Seite liegende Arterien versorgen die Leber, und eine nach hinten abgehende grosse Schwanzarterie spaltet sich bald nach ihrem Austritt und versorgt durch ihren Bauchtheil die Mundtheile und Füsse, durch den Rückentheil die am Rücken des Abdomen gelegenen Organe. Die Angabe, dass den Decapoden auch ein Venensystem zukäme, scheint auf Täuschungen zu beruhen, wie denselben auch eigene, das Blut aus den Kiemen zum Herzen bringende Gefässe fehlen. Das Blut gelangt bei ihnen, nachdem es in grossen lacunalen, venösen Strömen die Kiemen erreicht, aus diesen in einen weiten, von nicht contractilen Wänden umgebenen Sinus, aus welchem es während der Diastole des Herzens durch die Herzspalten aufgenommen wird.

Die Phalangien haben nur das Rückengefäss ohne Arterien, die Araneen aber verhalten sich wie die höheren Ordnungen der Crustaceen, indem das in mehreren, sich bis in die oberen Glieder der Beine verzweigenden Arterien das Rückengefäss verlassende Blut seinen weiteren arteriellen und venösen Lauf in wandungslosen Körperlacunen vollendet und sich gleichfalls in einem, das Rückengefäss umgebenden Sinus ansammelt.

Bei den meisten derjenigen spinnenartigen Thiere, welche als in Rückbildung begriffen anzusehen sind, wie die Acarinen und Pentastomen, auch bei den Bärthierchen fehlt Herz und Gefässe. Die in der Leibeshöhle enthaltene Blutflüssigkeit wird durch die Körperbewegungen umhergetrieben, und bei vielen fast bewegungslosen Milben wird die Bewegung der Blutmasse durch die lebhafteren Bewegungen amöboider Blutkörperchen ersetzt. Auch einzelne Asselspinnen sind herz- und gefässlos; bei anderen (*Nymphon*) ist ein Herz mit rudimentären Gefässen vorhanden.

Bei den Insecten wird das Blut durch die allmälige Zusammenziehung des Rückengefässes, die in der Weise von hinten nach vorn geschieht, dass die hinterste Kammer sich schon wieder ausdehnt, ehe die vorhergehende Contraction bis zur ersten Kammer gelangt ist, durch den Aortentheil getrieben und kehrt in vier Hauptströmen, von denen einer unter dem Rückengefässe, einer über der Ganglienkette und zwei neben den grossen Tracheenstämmen fliessen, zum Rückengefässe zurück. Kleinere Nebenstämme vertheilen sich in die Fühler, Füsse, Flügel u. s. w. Da die Bewegung der Flüssigkeit in diesen Anhängen nicht wohl allein von dem Drucke der Hauptströme abhängen kann, scheinen hier und da

eigenthümliche Vorrichtungen zur Fortbewegung angebracht zu sein, so in den Tibien der Beine ein pulsirendes, knotenförmiges, als Pumpstengel wirkendes Organ, wie auch in anderen Theilen herzartige Organe (bis jetzt freilich nur im Schwanze der Larve von *Ephemera diptera* beobachtet).

Ein ganz ähnliches Verhältniss zeigt die durch besondere Muskulatur zu Contractionen und Erweiterungen befähigte Schwanzflosse des Argulus, in welche fast das gesammte Blut aus dem Leibesraum einfliesst, ehe es durch die Seitensinusse zum Herzen zurückkehrt.

Nach Graber soll das den Mittel- und Enddarm umgebende Hohlraumsystem des sogenannten Fettkörpers ein Analogon des Chylusgefässsystemes sein, indem bei vielen Insecten der durch die Darmwandungen gehende Chylus in diese Hohlräume abfliessen muss ehe er sich im Perigastrium mit der allgemeinen Leibesflüssigkeit vermischen kann.

Das Blut der Arthropoden ist meist farblos; ist es gefärbt (röthlich, gelblich u. a.), wie bei mehreren Crustaceen und Insecten, so ist die Färbung immer an die Blutflüssigkeit gebunden und rührt nicht von den stets farblosen, gewöhnlich amöboiden Blutkörperchen her.

### d) Athmungswerkzeuge.

Die Crustaceen athmen, mit Ausnahme nur ganz einzelner Isopoden, vermittelst Kiemen, deren Bildung aber so mannigfaltig ist, wie wir sie kaum in einer anderen Klasse wiederfinden. Häufig werden diese Kiemen nur durch eine Verdünnung der Körperbedeckung hervorgebracht, ohne dass diese zu besonderen Anhängen

sich gestaltete; gewöhnlich aber sind die Kiemen selbständige Organe, in welche das Blut durch besondere Nebenbahnen geleitet wird, und an denen, wenn sie sich nicht selbst bewegen, der Wasserwechsel bei Abwesenheit der Flimmerorgane durch besondere Strudelwerkzeuge bewirkt wird. Sehr häufig sind sie an den Füssen befestigt. Wenn die Körperbedeckung selbst in grösserer oder geringerer Ausdehnung zur Kieme wird, indem sie eine dünnere Beschaffenheit annimmt oder Blätter und Falten bildet, begeben sich in diese Stellen kleine, ganz wandungslose, verzweigte und nur durch sparsames Parenchym getrennte Blutströmchen. Dies ist z. B. der Fall bei den meisten Copepoden; auch gehört in diese Kategorie der Kiemen das häutige Kopfschild der Caligiden, die Schwanzblätter und Seitentheile des Rückenschildes von *Argulus*, das Rückenschild von *Apus*. Bei mehreren Cladoceren (z. B. *Daphnia*, *Acanthocercus*) nehmen die Endglieder mehrerer Fusspaare eine blattförmige Gestalt an und werden zu wahren Kiemen, indem sie besondere Blutströmchen empfangen und durch fortwährende pendelnde Bewegung das Wasser erneuern. Eine andere Form der Athemorgane finden wir in kleinen ei-, birn- oder lanzettförmigen Anhängen, wie sie die Lepaden, Phyllopoden, mehrere Cladoceren (*Acanthocercus*), die Lämodipoden, Amphipoden und Stomatopoden an den Füssen oder Afterfüssen, die Lämodipoden auch frei am Leibe haben. Die Zahl dieser Kiemenblätter nimmt zu bei den Isopoden, noch mehr an den Afterfüssen der Pöcilopoden. Sehr entwickelte Kiemen haben mehrere Stomatopoden, so namentlich die Squillen, deren aus kammförmig geordneten Fäden bestehende Kiemenbüschel von den fünf Afterfusspaaren

(Schwimmfüssen) getragen werden. Die an oder neben der Basis der Füsse des Cephalothorax und an den hinteren Beikiefern angebrachten Kiemen der Decapoden liegen in zwei, durch die Seitentheile des Schildes gebildeten Kiemenhöhlen, in welche das Wasser durch eine untere Spalte gelangt, während es seitlich von den Mundtheilen durch fortwährende Bewegung der Geisseln und anderer Anhänge der Beikiefern wieder ausgetrieben wird. Die einzelnen Kiemen sind sehr verschieden gestaltet; häufig ist die Pyramidenform, indem von einem mittleren, einen arteriellen und einen venösen Kanal enthaltenden Schafte nach mehreren Seiten Blättchen abstehen, die nach der Spitze zu allmälig kleiner werden.

Alle diese Kiemen sind für die Wasserathmung bestimmt; selbst die Landisopoden scheinen zwischen ihre Kiemenplatten Feuchtigkeit aufzunehmen, wobei die äussere Lamelle eines jeden Kiemenpaares der inneren als Deckel dient. Mehrere Onisciden jedoch (z. B. *Porcellio*) haben in den beiden ersten Paaren der Decklamellen eine Höhle mit einem sehr feinen Luftgefässnetze, und bloss auf Luftathmung scheint *Tylos* angewiesen zu sein, in dessen unter den Deckplatten verborgenen Lamellen sich Luftsäcke finden.

Das Tracheensystem der Myriopoden kommt in allen wesentlichen Stücken mit dem der Insecten überein.

Bei den Tardigraden, Pycnogoniden und mehreren Acarinen hat man besondere Athmungsorgane nicht gefunden.

Die Athmungsorgane sämmtlicher übrigen Arachniden und Insecten lassen sich auf einen Typus zurückführen, den der Tracheen.

Wir sehen das Tracheensystem am reinsten ausgebildet bei den Insecten. Die Tracheen sind cylindrische Röhren, durch welche die Luft in alle Theile des Körpers geleitet wird; sie bestehen aus einer äusseren, meist farblosen (Peritoneal-) Haut und einer inneren homogenen Chitinhaut. Reifenförmige oder spiralige Verdickungen der letzteren geben den Tracheen das Ansehen, als ob sie durch einen selbständigen Spiralfaden ausgespannt erhalten würden.

Man kann die Tracheen der Insecten in Lungen- und Kiementracheen eintheilen. Die letztere Art ist die bei einer Anzahl der im Wasser lebenden Larven[1]) gewöhnliche; sie unterscheidet sich von der anderen durch den Mangel von Luftlöchern, indem die Luft aus dem Wasser durch feine, auf der Körperoberfläche (*Chironomus*, *Tanypus*) oder auf besonderen kiemenartigen Anhängen ausgebreitete Tracheenzweige oder auch durch isolirte Tracheenbüschel absorvirt wird. Diese wird erst von hier aus in die grossen Luftröhrenstämme zur weiteren Verbreitung übergeführt. Die Aehnlichkeit mit den Kiemen ist also nur eine sehr entfernte, da nie eine eigentliche Wasserathmung bei den Insectenlarven statt findet. Denn selbst bei den Larven und Puppen von *Aeschna* und *Libellula*, welche regelmässig Wasser in den Mastdarm ein- und auspumpen, wird die Luft durch

1) Einige Perlfliegen, z. B. *Nemura lateralis*, haben auch als Imagines ausser den gewöhnlichen Stigmen-Tracheen Tracheenkiemen. Bei der genannten sitzen am Vorderrande der queren Sternalplatte je drei schlauchförmige Kiemen. Ihre Bedeutung kann nur die rudimentärer, vererbter Bildungen sein (Gerstäcker, Z. f. w. Zool. 1874).

die in den Darmhautfalten befindlichen zahlreichen Luftröhrenverzweigungen unmittelbar aufgenommen.

Viel verbreiteter ist jedoch diejenige Form des Tracheensystems, wo die Tracheenstämme mit Athemlöchern (*stigmata*, *spiracula*) beginnen, deren Rand gewöhnlich mit Haaren dicht besetzt ist, und die häufig willkürlich geöffnet und geschlossen werden können. Die dabei thätigen Muskeln dienen zum Verschluss; das Oeffnen geschieht durch das Federn von Chitin-Bogen oder Ringen. Das sind also die Verschlussapparate der Stigmen. Bei vielen Insecten (Fliegen, Hummeln) sind gewisse Stigmata, z. B. die der Hinterbrust, zu Ton- und Stimmapparaten verwendet, und sind dieselben, unter Hinzutritt elastischer Membranen, das Homologon der Verschlussvorrichtungen der nicht tönegebenden Tracheenöffnungen. Die Stigmata sind zwischen je zwei Leibessegmenten, nie aber zwischen Kopf und Prothorax und zwischen den beiden letzten Hinterleibssegmenten. Uebrigens ist ihre Zahl und Stellung ausserordentlich verschieden. Die gewöhnliche Anordnung des Tracheensystems ist die, dass zwei Tracheenstämme in der Nähe der Stigmen oder Tracheenkiemen liegen, von welchen aus sich die Aeste in den Körper erstrecken. Seltener entspringen die Körperäste unmittelbar aus den Stigmen, wobei aber doch auch kleinere Verbindungsröhren zwischen je zwei Athemöffnungen nicht fehlen.

Die blasenförmigen Erweiterungen der Tracheen, mit denen z. B. manche gut und lange fliegende Abend- und Nachtschmetterlinge, die Lamellicornien u. a. versehen sind, scheinen denselben Vortheil zu geben wie die Luftsäcke der Vögel. Wegen des Mangels der Spiralfäden gewöhnlich collabirend, werden sie vor dem Auffliegen

unter eigenthümlichen, namentlich bei den Lamellicornien (Maikäfer) auffallenden Bewegungen voll Luft gepumpt und vergrössern das Körpervolumen, ohne eine merkliche Gewichtszunahme zu verursachen.

An dieser Stelle sind die Leuchtorgane von Lampyris zu erwähnen, zwei am Bauch gelegene nervenreiche Platten, in welche sehr viele Tracheen eintreten. Letztere gehen in zarte sternförmige Zellen über, den Sitz des Leuchtprocesses.

Vergleichen wir hiermit die Respirationsorgane der Arachniden, so stimmen viele Milben, die Phalangien und Pseudoskorpione insofern mit den Insecten überein, als auch sie durch ein System von Kanälen athmen, welche von einem bis drei Paar Stigmen, meist über oder zwischen den Beinen oder an den ersten Hinterleibssegmenten gelegen, ausgehen. Jedoch nur bei wenigen Milben ist dies Trancheensystem verästelt, gleich dem der Insecten, bei den übrigen verzweigen sich die Kanäle nicht, und ein solches unverzweigtes Tracheensystem kommt auch vielen, vielleicht allen Araneen zu, ausser den sogenannten Lungen. So gehen z. B. bei *Salticus* zwei Tracheenbüschel von zwei am Hinterleibe gelegenen Stigmen aus, während bei *Segestria, Dysdera* und *Argyronecta* die beiden Stigmen nahe bei den sogenannten Lungensäcken liegen. Bei den übrigen Spinnen, wo das Tracheensystem mehr rudimentär wird, besteht es aus einem kurzen, vor den Spinnwarzen sich öffnenden Stamme mit vier, durch ihre platte Form sich auszeichnenden einfachen Aesten. Sehr häufig fehlt den Tracheen der genannten Arachniden der Spiralfaden; auch ist eine häufige Folge der Abwesenheit des Spiral-

fadens, dass die Tracheen nicht cylindrisch, sondern platt und bandförmig werden.

Als eine Modification eines Büschels platter, unverästelter Tracheen kann man die sogenannten Lungen der Scorpioniden, Phryniden und Araneen betrachten, die eine auf der Localisirung des Apparates beruhende, oberflächliche Aehnlichkeit mit den gleichnamigen Organen der Wirbelthiere haben. Die Höhlungen (8 bei den Scorpioniden, 4 bei den Phryniden und Mygaliden, 2 bei den übrigen Araneen), welche paarweise in den Hinterleibssegmenten liegen, und deren jede mit einer Spaltöffnung (= Stigma) mündet, entsprechen den längeren oder kürzeren Stämmen, von denen die platten, bandförmigen, unverästelten Tracheen entspringen. Letzteren aber sind die blätterförmigen und ihrer Form wegen fächerartig geordneten Hautduplicaturen, aus Chitin bestehend, homolog, welche auf der convexen Fläche der Höhlen stehen, so dass von den Höhlen aus die Luft in sehr dünnen Schichten zwischen die Lamellen der einzelnen Blätter eindringt. Die Blätter haben einen gemeinsamen, der Peritonealmembran der Tracheen entsprechenden Ueberzug, von wo aus verschiedene Muskeln, welche das Zusammenfallen des Apparates verhindern, nach den Leibeswandungen gehen. Durch verschiedene, in dem gemeinsamen Ueberzuge sich vorfindende Oeffnungen ergiesst sich das Blut von der Leibeshöhle her zwischen die Abtheilungen des Fächers und umspült die Blätter unmittelbar.

### e) Harnorgane.

Sehr allgemein münden bei den Insecten eine Anzahl dünner, fadenförmiger Schläuche hinter dem Chy-

lusmagen in den Darmkanal, die Malpighischen Gefässe, welche lange Zeit nur für Gallenorgane gehalten worden sind, bis die chemische Analyse die Function als Harn absondernder Organe unzweifelhaft gemacht. Ihre feinere Structur ist eine ähnliche, wie die der Speicheldrüsen. Sie münden theils einzeln, theils vereinigen sie sich zu kurzen Ausführungsgängen. Durch die grosse Menge der Malpighischen Gefässe zeichnen sich die Hymenoptern und Orthoptern aus, während bei den übrigen Ordnungen vier bis acht vorhanden zu sein pflegen. Der häufig gefärbte Harn geht durch den hinter dem Chylusmagen befindlichen Theil des Darmkanals mit den Fäces ab. Eine besonders ansehnliche Ansammlung von Harn findet während des Puppenzustandes statt; er wird bald nach dem Auskriechen entleert.

Bei den Arachniden, mit Ausnahme der Pycnogoniden und Tardigraden, verhalten sich die Harnorgane ganz ähnlich wie die Malpighischen Gefässe. Gewöhnlich sind sie verästelt und münden mit zwei Stämmen (Harnleitern) in den hinteren Theil des Darmkanals.

Bei manchen Copepoden und Cladoceren finden sich in der Wandung der mittleren Darmabtheilung Zellen mit Harnconcrementen. Möglicher Weise ist in die Kategorie der excernirenden Organe die sogenannte „grüne Schalendrüse" der Decapoden aufzunehmen. Sie liegt seitlich im Vorderende des Cephalothorax, bildet ein Knäuel und steht mit einem kegelförmigen Vorsprung des Basalgliedes der äusseren Antennen in Verbindung. Ganz ähnliche Drüsen sind bei verschiedenen Copepoden, Phyllopoden und Amphipoden gefunden.

### Die Giftdrüsen der Spinnen und Insecten.

Sehr vielen Arachniden sind fadenförmige oder schlauchförmige Giftdrüsen eigenthümlich, deren Ausführungsgang in die hohlen Klauenfühler einmündet. Bei den Scorpionen liegen die Drüsen im letzten Schwanzsegment.

Die Giftdrüse der Biene ist ein langer, an seinem Ende meist in 2 kurze Gabeläste gespaltener Schlauch. Bei anderen Hautflüglern (*Myrmica*) überwiegen die Aeste. Das Secret sammelt sich in einer Blase. Auch die mit einem Legebohrer versehenen Phytophaga und Entomophaga besitzen eine der Giftdrüse der Aculeaten entsprechende Drüse. Am Stachel der Bienen und Verwandten sind die wichtigsten Theile die Schienenrinne und die zwei hohlen Stechborsten, welche Gebilde nebst den übrigen den Muskeln zu Ansatzstellen dienenden Chitingebilde bei den anderen Hymenoptern als Terebbrä unter mannigfachen Umwandlungen wiederkehren. Der ganze Stachelapparat entsteht aus Ventraltheilen des vorletzten und drittletzten Segmentes. Schienenrinne, Stechborsten und die membranösen eingestülpten Fortsetzungen derselben, die Stachelscheiden sind Segmentanhänge, den Beinen homolog. So ist es wenigstens bei der Honigbiene.

Der in den Haaren der Processionsraupe befindliche Stoff ist, wie bei den Ameisen, Bienen, Wespen, Spinnen u. a., Ameisensäure. Mit jedem Haare steht eine unmittelbar unter der Haut liegende, flaschenförmige Drüse in Verbindung, zusammengesetzt aus langen, blinddarmigen, am Ende etwas angeschwollenen Kanälen und umhüllt von einer einfachen durchsichtigen Membran.

Aehnliche Drüsen finden sich auch an den Haaren von *Bombyx salicis*.

Die Spinndrüsen der Spinnen und Insectenlarven. Der Stoff, aus welchem die Spinnen ihre Gewebe verfertigen, wird durch eine Menge von Drüsen secernirt, die zwischen den Eingeweiden des Hinterleibes liegen und auf vier (bei *Mygale*) oder sechs (bei den übrigen Araneen) Spinnwarzen münden. Die feinere Structur dieser Drüsen ist sehr einfach und gleichförmig, indem überall eine secernirende Zellenschicht zwischen einer *tunica propria* und einer *tunica intima* liegt. Ihre Zahl ist häufig ganz enorm; so zählt man bei *Epeira* über tausend. Man kann ungefähr fünf verschiedene Arten unterscheiden, die sich alle bei *Epeira* in folgender Weise finden: 1) *Glandulae aciniformes*, die beerenförmigen Drüschen, werden aus kleinen birnförmigen Acini gebildet und vereinigen sich, je über hundert, zu sechs kleinen Läppchen für die sechs Spinnwarzen, indem ihre Ausführungsgänge schraubenförmig um einander gewunden sind. 2) *Gl. ampullaceae*, die bauchigen Drüsen, für jede Spinnwarze eine, nehmen von ihrem blinden Ende allmälig an Dicke zu, verengern sich dann plötzlich und gehen in einen langen, eine Schlinge bildenden Ausführungsgang über. 3) *Gl. tubuliformes*, die cylindrischen Drüsen, je zwei für die beiden oberen Spinnwarzen, je eine für die mittleren. Sind den vorigen ähnlich. 4) *Gl. aggregatae*, die baumförmigen Drüsen, werden aus weiten, mit vielen Taschen besetzten Kanälen gebildet. Auch der mittlere Theil ihrer Ausführungsgänge ist mit Blindsäckchen besetzt. Je ein Paar mündet in die oberen Spinnwarzen. 5) *Gl. tuberosae*, die knolligen Drüsen. Sie sind dichotomisch, aber

nicht weit verästelt, und ihre Aeste bilden varicöse Anschwellungen. Von diesen Drüsen sind nur zwei für die mittleren Warzen vorhanden.

Die Spinnwarzen haben die Form schief oder gerade abgestumpfter Kegel und bestehen aus zwei oder drei Gliedern. Die Ausführungsgänge der Drüsen ragen als die sogenannten Spulen oder Spinnröhren über die Gipfel der Warzen hinaus, und der Spinnefaden besteht also aus so viel einzelnen Strängen, als Drüsen und Spulen vorhanden sind.

Die Larven vieler holometabolischen Insecten, welche entweder schon vor dem Puppenzustande in einem gemeinschaftlichen Gewebe leben, wie manche Raupen, oder sich für ihr Puppenleben einspinnen, sind mit Spinndrüsen (*sericteria*) versehen, deren Structur mit derjenigen der Speicheldrüsen übereinstimmt, und die als fadenförmige, während der Spinnzeit anschwellende Schläuche zu beiden Seiten des Darmkanals liegen. Ihre Ausführungsgänge münden an der Unterlippe. Bei der Larve von *Myrmeleon* versieht der Mastdarm die Stelle der Spinndrüse.

---

Fortpflanzungssystem. A. Die Geschlechtsorgane. Unter den Crustaceen sind nur bei manchen Cirripedien beiderlei Geschlechtsorgane in demselben Individuum vereinigt. Das Ovarium der Lepaden liegt im Stiel, bei den Balanen zerfällt es in mehrere, zwischen den Mantelblättern befindliche Partieen. Bei beiden verweilen die Eier bis zum Auskriechen der Jungen in der Mantelhöhle. Die Hoden bestehen aus zwei Haufen traubenförmig vereinigter Follikel, zu den

Seiten des Darmkanals. Ihre weiten *vasa deferentia* vereinigen sich am Grunde des bekannten schwanzförmigen Anhanges, durch welchen sich der *ductus eiaculatorius* erstreckt.

Bei allen übrigen Crustaceen sind die weiblichen und die männlichen Organe auf verschiedene Individuen vertheilt, sind aber deshalb häufig verkannt worden, weil beiderlei Geschlechtswerkzeuge oft täuschend in den äusseren Formen sich einander wiederholen. Zu anderen irrigen Meinungen hat der Umstand Veranlassung gegeben, dass bei einigen Gruppen, z. B. den Copepoden, selten, bei manchen Arten der Cladoceren noch gar nicht die Männchen gefunden sind, und dass bei anderen Ordnungen, namentlich den Parasiten, häufig die Männchen so ausserordenlich klein im Vergleich zu den Weibchen sind, dass sie leicht ganz übersehen werden, oder, bei ihrem schmarotzenden Aufenthalt am Weibchen, selbst wieder für eigene Schmarotzergattungen der Weibchen gehalten worden sind.

Unerachtet der vielen Abweichungen in den verschiedenen Ordnungen und weiteren Unterabtheilungen, lässt sich doch ein gemeinsamer Typus der Geschlechtsorgane, sowohl der weiblichen als der männlichen, nicht verkennen, daher auch die genauere Beschreibung aller dieser Variationen mehr ein specielleres zootomisches Interesse hat, als wir hier verfolgen.

### Weibliche Geschlechtsorgane der Crustaceen und Myriopoden.

Die gewöhnlich doppelten Ovarien liegen neben dem Darme; sie sind theils (Parasiten, Lophyropoden, Lämodipoden, Isopoden, Amphipoden u. a.) einfache

Schläuche, theils (z. B. bei *Apus*) vielfach verästelt. Das Ovarium von *Astacus fluviatilis* ist dreilappig, indem die beiden seitlichen Lappen den beiden Ovarien der übrigen Crustaceen entsprechen; es liegt unter dem Herzen. Zu jedem Eierstock gehört ein besonderer Eileiter, und beide Eileiter münden, nach einem längeren oder kürzeren Verlaufe gesondert, gewöhnlich an der Basis eines Fusspaares nach aussen, z. B. bei den Anomuren und Macruren am dritten Fusspaare, bei den Brachyuren auch an demselben Körpersegment, aber zu den Seiten der Mittellinie. Die meisten weiblichen Crustaceen tragen die befruchteten Eier noch eine Zeit lang, meist bis zum Auskriechen der Embryonen, mit sich umher. Sie sind desshalb oft mit besonderen Hülfsorganen ausgestattet. Dahin gehören u. a. die in der Nähe der Geschlechtsöffnungen mündenden Drüsenschläuche, die einen Kitt zur Befestigung der Eier absondern (Entomostraca). Sehr häufig sind auch, wo diese Kittorgane fehlen, am Bauche besondere Bruttaschen (*marsupium*) zur Aufnahme der Eier angebracht (Lämodipoden, Asseln, Amphipoden u. a.). Bei den Decapoden werden die Eier durch die bei den Weibchen stärker entwickelten Afterfüsse gehalten.

Die beiden Hauptabtheilungen der Myriopoden sind auch durch ihre Geschlechtswerkzeuge getrennt. Der Eierstock der Chilognathen ist doppelt, beide Eierstöcke entweder von einem gemeinschaftlichen Sacke umhüllt (*Polyxenus*, *Glomeris*, *Julus*, *Polydesmus*) oder jeder von einem eigenen Sacke umgeben (*Craspedosoma*). Die Geschlechtsöffnungen dieser Gattungen liegen paarig unmittelbar hinter dem 2. Fusspaar. Der Eierstock der Chilopoden (*Lithobius*, *Scolopendra* etc.) ist einfach

und liegt oberhalb des Verdauungskanals. Allgemein finden sich *receptaculum seminis* und zwei bis vier accessorische Drüsen.

### Männliche Geschlechtsorgane der Crustaceen und Myriopoden.

Nur selten, wie bei den *Cyclopidae*, ist der Hode einfach; in der Regel ist er doppelt, und es findet sich demnach meist auch jederseits ein Ausführungsgang, mit dem äussere Ruthen in Verbindung stehen. Die Mündungen der *vasa deferentia*, deren letzten, erweiterten Theil man bei den höheren Ordnungen als *ductus eiaculatorius* bezeichnet, liegen sehr verschieden, so z. B. bei den meisten Decapoden am Hüftgliede des letzten Fusspaares.

Sehr viele männliche Crustaceen sind mit äusseren Copulationsorganen ausgestattet, mit welchen sie bei der Begattung die Weibchen festhalten. Gewöhnlich sind dies Krallen oder Haken an einem oder mehreren Fusspaaren, oder auch an einem Beine. In secundäre Ruthen ist das erste Paar Afterfüsse vieler Decapoden umgewandelt. Bei den Cyclopiden und manchen Decapoden bilden sich Spermatophoren. In dem unteren Theile der Ausführungsgänge sondert sich der Samen in einzelne cylindrische oder birnförmige Partieen, welche sich mit einer homogenen Membran umgeben. Von den Männchen der *Cyclopidae* werden diese Schläuche aussen an die Vulva des Weibchens geklebt.

Auffallende Eigenthümlichkeiten bieten die Geschlechtsverhältnisse der Ostracoden dar. Sie besitzen eine wunderbar geformte Schleimdrüse (*glan-*

*dula mucosa*), deren Secret zur Reifung der Zoospermien von Wichtigkeit zu sein scheint. Ihr Begattungsapparat ist complicirter, als er sich sonst bei den Crustaceen findet. Am merkwürdigsten sind aber die Zoospermien, welche einzeln einen Ueberzug von jenem Schleime bekommen, den sie später, gleichsam sich häutend, abwerfen. Ferner haben diese Samenkörperchen einen undulirenden Spiralsaum, rechts oder links gewunden, je nach der Körperhälfte, in der sie entstehen, und endlich erreichen sie die absolut grösste Länge, die bis jetzt in der Thierwelt beobachtet ist, indem sie bei *Cypris ovum* $^2/_3$''' — 1''' lang sind, über dreimal länger als das Thier selbst.

Die männlichen Geschlechtstheile der Myriopoden sind fast in jeder Unterabtheilung dieser Ordnung nach einem besonderen Typus gebaut. Während bei einigen (z. B. *Lithobius*) nur ein Hodenschlauch, gewöhnlich mit einem Paar Nebenhoden, sich sondert, haben andere Gattungen (z. B. *Glomeris*) zwei Hoden, und bei *Julus* sind eine Menge einzelner Hodenblasen in zwei Reihen vorhanden, die auf zwei, durch Queranastomosen verbundenen *vasa deferentia* aufsitzen. Die Geschlechtsöffnungen sind denen der Weibchen entsprechend. Die Bedeutung mehrerer Drüsen, deren Ausführungsgänge nach den Geschlechtsmündungen führen und welche auch die Weibchen besitzen, kennt man nicht.

Mehrere Chilognathen, z. B. *Polydesmus* und *Julus*, besitzen einen eigenthümlichen Begattungsapparat, der bei *Polydesmus complanatus* an die höheren Cruster erinnert, indem ein Fusspaar dazu verwendet ist. Die Begattung ist eine ähnliche, wie bei den Arachniden und Libelluliden. Dagegen hat kein Chilopode ein Begat-

tungsorgan, wohl aber wird der Same in feste Spermatophoren verpackt, welche sich bei *Geophilus convolvens*, nachdem sie abgelegt sind, das Weibchen selbständig aneignen muss.

Mit Ausnahme der Tardigraden, deren hermaphroditische Geschlechtstheile aus einem grossen schlauchförmigen Ovarium, über dem hinteren Theile des Darmkanals gelegen, und aus zwei länglichen, mit dem Ovarium in die Cloake mündenden Hoden nebst einem Samenbläschen bestehen, sind die Arachniden getrennten Geschlechtes.

### Weibliche Geschlechtsorgane der Arachniden.

Die Ovarien sind in der Regel doppelt vorhanden, verschmelzen aber zuweilen so in der Mitte (bei den Phalangien), dass sie einen einzigen Bogen bilden, und bei den Scorpioniden bestehen sie aus drei engen, parallelen Schläuchen, welche durch vier Paar Querkanäle verbunden sind. Die beiden Eileiter gehen bei den Phalangien in eine Art von Uterus über, aus welchem sich ein zweiter langer und gewundener Oviduct fortsetzt; in der Regel aber führen die kurzen Oviducte gleich in die Scheide (z. B. bei den Araneen) oder in eine Legeröhre (bei mehreren Milben) über. Auch die Phalangien besitzen eine gegliederte Legeröhre. In die Scheide münden sehr häufig auch die Ausführungsgänge zweier Schläuche, die bei den Araneen wenigstens, denen sich *Pentastomum* anschliesst, als *receptacula seminis* functioniren, bei anderen Arachniden aber vielleicht als Kittorgane zu deuten sind. Die äussere Geschlechtsmündung befindet sich theils am Hinterleibe, z. B. bei

den Araneen und vielen Acarinen, theils an der Brust, wie bei anderen Acarinen (*Acarus, Ixodes*).

Völlig abweichend verhalten sich die Pycnogoniden, deren acht schlauchförmige Eierstöcke in den Beinen liegen. Andere Theile des Geschlechtsapparates sind bei ihnen nicht gefunden.

Männliche Geschlechtsorgane der Arachniden.

Die Hoden variiren sehr an Zahl und Form, wiewohl die Duplicität vorherrscht, so z. B. bei den Araneen, deren Hoden zwei sehr lange und gewundene Schläuche sind. Ihre Ausführungsgänge münden zwischen den Lungensäcken an der Basis des Hinterleibes. Nur wenige Arachniden, z. B. die Phalangien, besitzen einen Penis; sehr häufig aber dienen die eigenthümlich gestalteten Palpen als Begattungsorgane. So bringen die männlichen Araneen vermittelst ihrer löffelartigen Palpen die Samenflüssigkeit auf die Vulva der Weibchen.

Bei *Pentastomum* finden sich, entsprechend den zwei drüsigen Anschwellungen der *vasa deferentia*, zwei als Begattungsorgane fungirende Cirren, ihnen zur Seite Chitinspitzen.

Bei allen Insecten sind die Geschlechtswerkzeuge auf verschiedene Individuen vertheilt, indem die sogenannten Geschlechtslosen in den Kolonieen der Bienen und Ameisen unentwickelte Weibchen, in den der Termiten unentwickelte ♂ und ♀ sind, diejenigen Aphiden aber und Dipteren-Larven, welche ohne Befruchtung eine Brut hervorbringen, mit einer, morphologisch nicht vom Ovarium zu trennenden Keimdrüse ausgestattet sind. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich vorzüglich während

des Puppenzustandes, ihre Keime sind jedoch schon bei den Larven sehr früh zu entdecken, und man kann z. B. schon an den jungen Raupen die Geschlechter unterscheiden. In den besonderen Formen, namentlich der Ovarien und Hoden, unendlich mannichfaltig, zeigen die Generationsorgane der Insecten doch im Allgemeinen eine Uebereinstimmung, die zum Theil noch mehr hervortritt, als bei den Crustaceen und Arachniden.

### Weibliche Geschlechtsorgane der Insecten.

Die beiden Ovarien nehmen, wenn sie ausgebildet sind, häufig den grössten Theil des Hinterleibes ein; sie bestehen aus einzelnen Röhren oder Schläuchen, in denen immer nur eine Reihe Eier liegt, die weniger entwickelten nach dem blinden Ende zu, so dass sie ein perlschnurförmiges Ansehen haben. Nur bei einigen Ordnungen ist die Zahl der Röhren eine geringe, wie bei den meisten Hemiptern; auch die Lepidoptern haben nur vier sehr lange Schläuche. Gewöhnlich aber sind sie in grösserer Menge vorhanden und auf die verschiedenartigste Weise gruppirt. Das offene Ende der Eiröhren führt in die beiden gewöhnlich kurzen Tuben oder Eileiter, und diese vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange, dessen Ende die eigentliche Scheide ist. Mit diesem Ausführungsgange stehen aber noch mehrere schlauchförmige und drüsenartige Organe in Verbindung, durch deren nähere Kenntniss erst manches sonst Räthselhafte in der Fortpflanzungsgeschichte der Insecten aufgeklärt wird. Am weitesten nach hinten mündet die Samentasche (*receptaculum seminis*), die vielleicht nur den Läusen und Verwandten fehlt, bei den meisten Insecten aber einfach

oder auch (bei vielen Diptern) dreifach sich findet. Ihr oberer Theil ist der Samenbehälter *(capsula seminalis)*, dessen innere Wandung meist eine hornige Beschaffenheit und eine braune Färbung hat. Durch einen *ductus seminalis* steht die Samenkapsel mit der Scheide in Verbindung. Nicht selten mündet in den Gang der Samentasche eine paarige oder unpaarige Drüse *(glandula appendicularis)* von noch ungewisser Bestimmung.

Ein zweites, vor der Samentasche (von der äusseren Geschlechtsöffnung an gerechnet) in die Scheide mündendes Anhängsel ist die gewöhnlich birnförmige Begattungstasche *(bursa copulatrix)*. Sie kommt jedoch weniger häufig vor, indem sie mehreren Ordnungen, vielen Hemiptern, den Diptern, Hymenoptern, vielleicht auch den Neuroptern fehlt. Von den Orthoptern besitzen sie die Libelluliden. Sie dient bei der Begattung zur Aufnahme des männlichen Gliedes und häufig auch des Samens der nicht selten von besonderen häutigen Kapseln (Samenschläuchen, Spermatophoren) umgeben ist. Nie scheint jedoch der Same längere Zeit in der *bursa copulatrix* zu verweilen; der eigentliche Aufbewahrungsort desselben ist das *receptaculum seminis*, wohin die Zoospermien wahrscheinlich durch eigene Bewegung gelangen. Hier aber, in der Samentasche, behält der Same lange seine befruchtende Kraft, und die Befruchtung geschieht, ganz unabhängig vom Begattungsacte, während die Eier an der Mündung des *receptaculum seminis* vorbeigehen.

Endlich ergiessen bei vielen Insecten noch besondere Kitt- oder Schleimdrüsen *(glandulae sebaceae)* ihr Secret in die Scheide, nahe bei deren Oeffnung, und

diese Absonderung dient dazu, die gelegten Eier unter einander zu verbinden und hie und da zu befestigen.

Ueber die äusseren Geschlechtstheile ist oben Seite 157 ff. gehandelt.

### Männliche Geschlechtsorgane der Insecten.

Die paarigen Hoden zeigen fast noch mannichfaltigere Formen als die Ovarien, indem sie zwar auch bei einigen Ordnungen, wie den Diptern und Lepidoptern, aus zwei einfachen, birnförmigen (Dipt.) oder länglichen Schläuchen bestehen, in den meisten Fällen aber aus einer grösseren Anzahl in verschiedenster Weise gruppirter Blindröhren zusammengesetzt sind und nicht selten in ihrer Anordnung die Eierstöcke täuschend nachahmen. Häufig sind die Hoden durch eine eigenthümliche Pigmentschicht gefärbt, auch von einer besonderen Haut eingehüllt.

Die Hodenröhrchen münden durch kurze Ausführungsgänge in die beiden *vasa deferentia*, die nicht selten (z. B. bei *Nepa*, *Carabus*, *Cerambyx*) ausserordentlich lang und dann knäuel- oder spiralförmig gewunden sind. Als Samenblasen bezeichnet man die an dem unteren Ende der Samenleiter befindlichen Erweiterungen. Beide Samenleiter vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen *ductus eiaculatorius*, und kurz hinter der Vereinigungsstelle münden in diesen gewöhnlich mehrere schleimabsondernde Drüsen. Dieser Schleim dient hauptsächlich zur Umhüllung des Samens, mit dem er in die Begattungstasche ergossen wird, bildet auch, indem er eine membranöse Beschaffenheit annimmt, die oben erwähnten Spermatophoren.

Die männlichen **Begattungsorgane** zeigen bei den einzelnen Insectenarten eine so bestimmte Form der verschiedenen sie bildenden Leisten, Platten und Zangen, dass sie ganz genau an und in die weiblichen Geschlechtsorgane passen und schon deshalb eine Vermischung der Arten sehr erschwert ist. Fast überall ist ein Penis vorhanden, in welchen der *ductus eiaculatorius* übergeht. Er wird entweder von mehreren Schienen oder Klappen scheidenartig umgeben, wie bei vielen Diptern, den Lepidoptern, Hymenoptern, Orthoptern, Neuroptern, oder ist von einer hornigen Kapsel umschlossen, wie bei den Hemiptern und Coleoptern, bei welchen letzteren die Ruthe noch von besonderen kleinen Leisten und Gräten unterstützt wird. Gewöhnlich liegen die Copulationsorgane ausser der Begattungszeit im Hinterleibsende verborgen.

Eine der merkwürdigsten Abweichungen findet sich bei den **Libellen**. Ihr *ductus eiaculatorius* mündet am Hinterende, von zwei kleinen Klappen bedeckt, der Penis aber liegt weit davon entfernt, vorn an der Bauchseite des Abdomen, und bei ihm eine Samenblase, in welche das Männchen vor der Begattung die Samenflüssigkeit ergiesst. Ein hinter dem Penis befindlicher Zangenapparat dient zum Festhalten des Weibchens während der Begattung.

**Fortpflanzungssystem. B. Die sogenannte ungeschlechtliche und die geschlechtliche Vermehrung und die Entwicklung.** Einige Zweiflügler — *Cecidomyia* und *Miastor* — werden schon als Larven zeugungsfähig, und man war geneigt, hier einen Fall des Generationswechsels zu erblicken, bis es sich ergab, dass die in den Larven sich bildenden Larven

aus wirklichen Eiern hervorgehen, welche aber der Befruchtung nicht bedürfen. Die Jungen durchbrechen die Haut der alten Larven, nachdem sie sich von deren Fettkörper und Organen genährt. Auf eine Reihe solcher Larvengenerationen folgt die aus Puppen hervorgehende Generation der geflügelten Männchen und Weibchen.

Hieran reiht sich der sogenannte Generationswechsel der Blattläuse. Aus den im Herbste gelegten befruchteten Eiern schlüpfen im Frühjahr nur Weibchen aus, deren Geschlechtsorgane jedoch durch den Mangel des *receptaculum seminis* und der Kittdrüsen sich von denen der sich begattenden Individuen unterscheiden. Die Bildung des Embryo und die Anlage seiner Organe haben zwar manche Eigenthümlichkeiten, zeigen aber durch die Homologie mit der Entwicklung anderer Insecten aus befruchteten Eiern die Richtigkeit der Auffassung, dass es sich nicht um einen Generationswechsel handelt. Diese Art der Fortpflanzung der Aphiden dauert den Sommer hindurch. Die letzte Generation sind die beiden Geschlechter. So ordnen sich also diese Fälle der von verschiedenen anderen Insecten, auch den Cladoceren, Phyllopoden und anderen Krebsen bekannten jungfräulichen Fortpflanzung, der Parthenogenesis unter. Das geläufigste Beispiel gewährt die Honigbiene, deren Männchen aus unbefruchteten wahren Eiern hervorgehen. Von einer andern Hymenoptere, *Polistes gallica*, überwintern die befruchteten Weibchen. Aus ihren Eiern gehen blos weibliche Individuen hervor, deren unbefruchtete Eier die Männchen geben. Aehnliches bei den Wespen und unter den Schmetterlingen bei den Psychiden.

Die embryonale Entwicklung auch der Arthropoden beginnt mit der Furchung, als einem Zellenbildungsprocess. Bei den niederen Krebsen scheint der ganze Dotter gleichmässig sich zu klüften und der Leib aus der daraus resultirenden Keimhaut zugleich allseitig angelegt zu werden[1]). Bei den meisten Arthropoden aber tritt von vorn herein bei ungleichmässiger Furchung der innere grobkörnige nutritive Dotter in Gegensatz zum oberflächlichen Bildungsdotter und sehr bald auch die durch den Keimstreifen bezeichnete Bauchseite zum Rücken. Das den Dotter umgebende Blastoderm entsteht entweder auf einmal, oder eine aus einer sogenannten partiellen d. h. ungleichen Furchung stammende Keimscheibe umwächst den Dotter.

Die Art, wie aus diesem einschichtigen primitiven Blastoderm sich die anderen Keimblätter sondern, ist verschieden. So z. B. scheidet bei *Oniscus*[2]) aus dem Blastoderm oder Ectoderm ein Zellhaufen gegen den Dotter zu aus, ein Keimhügel, aus welchen sich das

---

1) Eine vielleicht höchst bedeutungsvolle Recapitulation dieses Vorgangs findet bei einzelnen Insecten statt, nämlich bei mehreren Gattungen der Pteromelinen aus der Abtheilung der Ichneumoniden. Auch hier entsteht der Embryo nicht aus einer beschränkten Keimanlage, sondern allseitig und nimmt auffallend die Gestalt eines parasitischen Copepoden an. Darauf beginnt die Metamorphose dieser ersten cyclopsähnlichen Larvenform mit einer Häutung, und im Innern treten Rückbildungen und Zellenvermehrungen ein, womit die neue Larve das Verhältniss eines sich entwickelnden Eies annimmt. Nun erst wird der Keimstreifen angelegt, und es lenkt damit der Embryo in die Bahn der für die übrigen Insecten normalen Entwicklung.

2) Als treffliches Beispiel, an dem man sich in die Entwicklung der Arthropoden einarbeitet, ist Bobretzkys Untersuchung über Oniscus zu empfehlen. Zeitschrift f. w. Z. XXIV. 1874.

Mesoderm und das Entoderm (Darmdrüsenblatt) abgliedern. Bald darauf sieht man den Keimstreifen als eine Verdickung des obern Blattes.

Vorder- und Hinterdarm entstehen als Einstülpungen vom Ectoderm aus, die Anlagen für die Körperanhänge als einfache Ausbuchtungen desselben, die Anlagen des Nervensystemes ebenfalls aus einer Verdickung des oberen Blattes, eben dem Keimstreifen, der nun aus mehreren Schichten von Zellen zusammengesetzt ist und durch eine Längsfurche äusserlich in zwei parallele Keimwülste geschieden wird.

Die Musculatur mit dem Herzen entnimmt ihr Material dem Mesoderm. Der grösste Theil der Zellen des Darmdrüsenblattes, welches den Dotter in sich aufgenommen hat, wird zur Bildung der Leber verbraucht, aus dem Rest entsteht der kurze Mitteldarm, welcher schliesslich mit den oben genannten Einstülpungen, dem Vorder- und Hinterdarm verschmilzt.

Bei verschiedenen Crustern entstehn am Rücken embryonale Hüllen, als deren Rudiment ein nabelschnurähnlicher Zellenstrang am Rücken des *Oniscus* anzusehn. Eine grössere Rolle spielen diese Hüllen bei den Tracheaten, namentlich das aus einer Faltenbildung des Ectoderms hervorgehende sogenannte Amnion, welches den Embryo in ähnlicher Weise bedeckt, wie das gleichnamige Organ der Wirbelthiere.

Bei vielen Arthropoden ist mit dem Ausschlüpfen aus dem Ei die Entwicklung im Wesentlichen abgeschlossen z. B. beim Flusskrebs. Bei den übrigen folgt eine postembryonale Entwicklung, die wir in ihrem äusseren Verlauf als Metamorphose zu bezeichnen pflegen.

Der einfachere Fall der Metamorphose ist derjenige, dass die dem Ei entschlüpfte Larve ohne tiefer eingreifende histiologische Veränderungen allmälig zum geschlechtsreifen Thiere wird. Wir finden dieselbe vorzugsweise bei den Crustern.

Die meisten niederen Crustaceen (Rankenfüsser, Wurzelkrebse, Copepoden, Parasiten) verlassen das Ei im sogenannten Nauplius-Zustande[1]). Der Körper ist ei- oder birnförmig, trägt an dem stumpferen Stirnende ein einfaches Auge und ist mit zwei oder drei Paar Ruderfüssen mit Borsten versehen. Diese Larven bestehen eine mehrmalige Häutung, womit die Metamorphose weiter schreitet oder, bei den Lernäen und Wurzelkrebsen, zur rückschreitenden Metamorphose wird, indem die Gliedmaassen bis auf Rudimente oder spurlos verschwinden. Bei fast allen höheren Krebsen ist das Naupliusstadium in der Ontogenesis verloren gegangen oder auf schnell vorübergehende Andeutungen während der Eientwicklung beschränkt. Jedoch hat sich das volle Naupliusstadium auch bei einzelnen Decapoden erhalten (*Peneus* von der Küste von Desterro).

Bei der Mehrzahl der Decapoden und besonders den Kurzschwänzen tritt die sogenannte Zoea-Brut auf. Die das Ei verlassende Larve ist dem ausgebildeten Thiere ähnlicher, pflegt sich aber durch lange stachelförmige Fortsätze des Panzers und durch starke Entwicklung des Postabdomens auszuzeichnen.

Alle diese Verwandlungen haben das Gemeinsame, dass zwar neue Segmente und Anhänge zwischen die

1) Die Larve wurde als Gattung *Nauplius* beschrieben; ebenso *Zoea*.

schon vorhandenen sich einschieben (abgesehn von den Fällen der Rückbildung), dass aber doch der einmal angelegte Larvenkörper nach und nach unter Verlust der provisorischen und Herausbildung der bleibenden Organe in den definitiven Zustand übergeht. Dasselbe geschieht, bei den Tausendfüssern. Ihre mit 3 Fusspaaren und häufig noch den Anlagen zu mehreren anderen versehenen Larven setzen mehr und mehr Segmente ein, an denen die Gliedmaassen sich ausstülpen. Unter den Arachniden ist die Verwandlung mancher Milben in die Länge gezogen durch mehrfache Häutungen. So kommt bei *Atax* (dem Schmarotzer der Unionen) durch Platzen der Eihaut ein sogenanntes Deutovum zum Vorschein, in welchem eine theilweise Verschmelzung von schon vorher ausgebildeten Organen, der Mandibeln und Taster, eintritt. Dieselben lösen und entwickeln sich dann erst wieder während eines späteren Larvenstadiums. Bei *Myobia* geht sogar dem ersten freien Larvenstadium ein Tritovum voraus.

Auch bei den Insecten findet meist, wie man am längsten wusste und für die Systematik verwerthete, eine Verwandlung, eine nachembryonale Entwicklung statt. Allein viel wichtiger und eingreifender als die äusseren Erscheinungen, welche die „vollkommene" oder „unvollkommene" Metamorphose begleiten, sind innere Bildungsvorgänge, welche weit über die Gränzen einer Verwandlung hinausgehen können. Die beiden wesentlichsten Formen der Insecten-Verwandlung fasst Weismann[1]) in folgenden Sätzen zusammen.

„Wir können zwei sich diametral gegenüberstehende

---

1) Die Metamorphose der *Corethra plumicornis*. Leipzig, 1866.

Formen der Insectenmetamorphose unterscheiden, die eine, repräsentirt durch *Corethra* (eine Mücke) steht der Entwicklung ohne Metamorphose am nächsten, die andere durch *Musca* (Fliege), entfernt sich am weitesten von der metabolischen Entwicklung und stellt die extremste Form der Metamorphose dar. Ganz allgemein ausgedrückt bestehen die Unterschiede zwischen beiden darin, dass einmal eine continuirliche, das andere Mal eine discontinuirliche Entwicklung statt findet, in dem Sinne nämlich, dass Körpertheile und Organe des einen Entwicklungsstadiums sich von dem gleichnamigen des vorangehenden Stadiums direct herleiten, oder dass solches nicht der Fall ist, vielmehr Körpertheile und innere Organe des späteren Entwicklungsstadiums im Wesentlichen Neubildungen sind."

„Kurz charakterisiren lassen sich beide Formen etwa so: Typus *Corethra:* die Larvensegmente wandeln sich direct in die entsprechenden Abschnitte des Imagokörpers um; die Anhänge des Kopfes in die entsprechenden des Imagokopfes; die des Thorax entstehen nach der letzten Larvenhäutung als Ausstülpungen der Hypodermis um einen Nerven oder eine Trachea, von deren zelliger Hülle die Gewebsbildung im Innern des Anhanges ausgeht. Die Larvenmuskeln der Abdominalsegmente werden unverändert in die Imago herübergenommen, die der Imago eigenthümlichen Thoracalmuskeln, sowie einige weitere Abdominalmuskeln entwickeln sich in der letzten Larvenperiode aus indifferenten im Ei bereits angelegten Zellensträngen. Die Genitaldrüsen datiren aus dem Embryo und entwickeln sich stetig, alle übrigen Organsysteme gehen ohne oder mit geringer Veränderung in die

Imago über. Kein oder nur ein unbedeutender Fettkörper. Puppenzustand kurz und mit activem Leben."

„Typus *Musca*: Thorax und Kopf entstehen unabhängig von den entsprechenden Hypodermisabschnitten der Larve, nur das Abdomen direct durch Umwandlung der acht hinteren Larvensegmente. Thorax und Kopf entwickeln sich aus Imaginalscheiben, welche embryonalen Ursprungs und im Innern der Leibeshöhle der Larve an Nerven oder an Tracheen festgewachsen sind. Erst nach der Bildung einer tonnenförmigen Puppenschale aus dem Chitinskelet der Larve wachsen die Imaginalscheiben zum Thorax und Kopf zusammen. Zerstörung sämmtlicher Larvenorgane entweder total oder durch Histolyse. Neubildung derselben unter Vermittlung der aus dem zerfallenen Fettkörper hervorgegangenen Körnchenkugeln. Genitaldrüsen im Embryo angelegt entwickeln sich stetig weiter. Puppenzustand lang dauernd und mit latentem Leben."

Man sieht sich vergeblich nach völlig zutreffenden Analogien dieser Entwicklungsweise in anderen Stämmen des Thierreiches um, und innerhalb der Arthropoden fehlt uns noch die nöthige Uebersicht. Wir haben oben gelegentlich der Mittheilungen über Milben und Pteromalinen auf die mehr oder minder frappante Rückkehr aus einem schon vorgeschrittenen Entwicklungsstadium in den eiähnlichen Zustand hingewiesen.

---

# VI. Mollusca. Weichthiere.

v. Hessling, Die Perlmuschel und ihre Perlen. Leipzig, 1859.
Reeve, *Conchologia iconica* etc. London, 1841 ff.
H. a. A. Adams, *The genera of recent Mollusca.* London, 1853 —1858.
Verany, *Les Cephalopodes de la Méditerranée. Genua.*
Simroth, Die Sinneswerkzeuge unserer einheimischen Weichthiere. Z. f. w. Zool. 1876. XXVI.
Fol, *Développement des Ptéropodes. Arch. de Zool. exp.* IV. 1875. (Vollständigste Literatur der Entw.-Gesch. aller Weichthiere).
Dazu Specialuntersuchungen namentlich über Muscheln und Schnecken von Lacaze-Duthiers in den *Annales des sc. n.* und *Archives* d. *Z. exp.*

---

## Systematische Uebersicht über die Weichthiere.

Thiere von symmetrischem oder gestört symmetrischem Körperbau ohne ein wahres äusseres oder inneres gegliedertes Skelet, ohne Metamerenbildung. Der Rumpf ist ganz oder zum Theil von mantelartigen, schlüpfrigen Hautfalten umgeben, dem Mantel, welcher in der Regel ein kalkiges Gehäus absondert. Von ihrem Nervensystem bildet ein den Schlund umgebender Ring mit verschiedenen Ganglien den Hauptbestandtheil.

### I. Lamellibranchiata. Acephala. Muscheln.

Die Mantelblätter sondern eine Schale ab, deren beide Klappen den Seiten des Thieres entsprechen und am Rücken gewöhn-

lich durch Gruben und Vorsprünge (Schloss) sowie durch ein elastisches Band vereinigt sind. Unter dem Mantel liegen jederseits zwei Kiemenblätter. Der Rumpf geht nach vorn in einen musculösen Fuss aus.

1. **Ordnung.** ***Monomyaria.*** Einmuskelige. Die Schalen werden durch einen grossen mittelständigen Muskel geschlossen. Der Mantel ist ganz gespalten, am Rande mit Tentakeln besetzt. Das Schalenband liegt ganz oder zum Theil innerlich. Die Schalen sind ungleichklappig, meistens blättrig und unregelmässig.

   *Anomia. Ostrea. Spondylus. Pecten. Lima. Malleus.*

2. **Ordnung.** ***Dimyaria.*** Zweimuskelige. Mit zwei Schliessmuskeln.

   *Mytilus. Arca. Anodonta. Unio. Cardium. Venus. Mya. Solen.*

3. **Ordnung.** ***Tubicolae.*** Röhrenmuscheln. Thiere bohrend, mit einer besonderen Kalkröhre versehen, womit die an beiden Enden weit klaffende symmetrische Schale verwachsen ist oder nicht.

   *Pholas. Teredo. Aspergillum.*

---

Eine Zwischenform, welche sich jedoch enger an die folgende Klasse anschliesst, ist das durch seine röhrenförmige, an beiden Enden offene Schale ausgezeichneten *Dentalium*, Elephantenzahn.

## II. Cephalophora. Kopfträger. Bauchfüsser.

Der der Anlage nach symmetrische Körper wird gewöhnlich unsymmetrisch ausgebildet und trägt einen, wenn auch mitunter sehr rudimentären Kopf mit 2 oder 4 Fühlern. In der Mundhöhle liegt eine gezähnelte Nageplatte (Zunge). An der Bauchseite ein Kriechfuss. (Gasteropoden.)

1. **Ordnung.** ***Pteropoda.*** Ruderschnecken. Kopf mehr oder weniger undeutlich. Am Vordertheile zwei seitliche Flossen, zwischen denen sich das Rudiment des Fusses befindet.

I. Familiengruppe. ***Gymnosomata.***

Mantel und Schale fehlen. Flossen und Fuss getrennt.

*Clio. Pneumodermon.*

II. Familiengruppe. ***Thecosomata.***

Mantel und Schale vorhanden. Flossen unter dem Körper verwachsen.

*Tiedemannia. Hyalaea. Cleodora. Limacina.*

**2. Ordnung.** *Opistobranchia.* Hinterkiemer. Die grosse Herzarterie und die Vorkammer liegen hinter der Kammer. Wasser athmende, im Meere lebende Zwitter.

I. Familiengruppe. ***Notobranchia s. Gymnobranchia.*** Nacktkiemer.

Athmungsorgane sind durch die Haut vertreten oder stehen frei auf dem Rücken. Kein Gehäus.

*Aeolis. Glaucus. Doris. Tethys. Dendronotus.*

II. Familiengruppe. ***Pleurobranchia.*** Seitenkiemer. Deckkiemer.

Die Athmungsorgane liegen unter dem Mantelrande.

*Pleurobranchus. Umbrella. Aplysia. Bulla.*

**3. Ordnung.** *Heteropoda.* Kielfüsser. Kopftheil sehr ausgebildet. Fuss nach hinten gerückt und sein vorderer Theil zu einer senkrechten Flosse umgewandelt.

*Pterotrachea. Carinaria. Atlanta.*

**4. Ordnung.** *Prosobranchia.* Vorderkiemer. Die Herzkammer liegt stets hinter dem Athemorgan und hinter der Vorkammer. Der Fuss ist einfach plattsohlig entwickelt. Der Mund ist in eine Schnauze oder einen Rüssel verlängert. Die Geschlechter getrennt.

### 1. Unterordnung. *Chitonidae.* Käferschnecken.

Die einfache Schale in 8 hinter einander liegende Stücke getheilt. Kiemen an der Fusswurzel.

*Chiton.*

### 2. Unterordnung. *Cyclobranchia,* Kreiskiemer.

Schale napfförmig symmetrisch. Kiemen an der Fusswurzel.

*Patella.*

### 3. Unterordnung. *Aspidobranchia.* Schildkiemer.

Schale gewunden oder napfförmig. Zwei Kiemen in der Mantelhöhle auf dem Rücken. Männchen ohne Begattungswerkzeuge. Sie heissen auch Fächerzüngler. Die Reibeplatte besteht stets aus mehr als sieben Längsreihen von Zähnchen und an jede Querreihe schliessen sich jederseits zahlreiche schmale Blättchen an, fächerförmig geordnet.

*Fissurella. Haliotis. Trochus. Nerita.*

### 4. Unterordnung. *Ctenobranchia.* Kammkiemer.

Schale gewunden, seltener napfförmig. Eine ausgebildete Kieme in der Mantelhöhle auf dem Rücken. Männchen mit Begattungswerkzeugen.

Hierher gehören gegen 80 Familien, die sich am natürlichsten nach der Beschaffenheit der Zunge gruppiren.

a) Pfeilzüngler. Die Zunge trägt zwei Reihen langer, hohler, zuweilen mit Widerhaken versehener Zähne, deren jeder an seiner Basis mit einem langen Muskelfaden versehen ist.

*Strombus. Aporrhais. Dolium. Cassis. Tritonium. Cypraea. Conus.*

b) Schmalzüngler. Lange schmale Zunge mit drei Reihen Platten.

*Voluta. Oliva. Murex. Buccinum.*

c) Bandzüngler. Die lange, schlanke Reibeplatte trägt eine Mittelreihe Zähne und jederseits drei Reihen Haken.

*Natica. Capulus. Rissoa. Litorina. Paludina.*

Von zahlreichen anderen, durch besondere Eigenthümlichkeiten ausgezeichneten Sippen seien *Vermetus*, und *Janthina* genannt.

### 5. Unterordnung. *Neurobranchia,* Netzkiemer.

Mit gewundener Schale und Lungen, denen der folgenden Ordnung sehr ähnlich, aber im übrigen Bau zu den Kiemenschnecken gehörig. *Pulmonata operculata.*

*Cyclostoma.*

**5. Ordnung.** *Pulmonata.* Lungenschnecken. Auf dem Lande oder im Süsswasser wohnende Schnecken, nackt oder mit gewundener Schale, welche durch eine Lunge athmen. Zwitter.

*Planorbis. Limnaeus.*

*Limax. Helix. Bulimus. Clausilia. Pupa.*

## III. Cephalopoda. Kopffüsser.

Der vom Rumpf deutlich abgesetzte Kopf trägt im Umkreise der Mundöffnung Arme, welche als Greif-, Bewegungs- und Tastwerkzeuge dienen.

**1. Ordnung.** *Tetrabranchiata.* Vierkiemer. Vier Kiemen. Zahlreiche zurückziehbare und mit Scheide versehene Arme. Sie besitzen eine gekammerte Schale. Das Thier sitzt in der letzten, ein vom Mantel ausgehender Sipho erstreckt sich durch sämmtliche Kammern.

*Ammonites. Nautilus.*

**2. Ordnung.** *Dibranchiata.* Zweikiemer. Jederseits im Grunde des Mantels nur eine Kieme. Sie besitzen ein eigenthümliches Absonderungsorgan, die Tintendrüse. Arme sind mit Saugnäpfen besetzt.

I. Familie. *Octopoda.* Achtfüsser.

Acht Arme. Der sackförmige Körper ohne flossenartige Hautsäume.

*Argonauta. Octopus. Eledone.*

II. Familie. *Decapoda* s. *Sepiacea.* Zehnfüsser.

Zehn Arme, darunter zwei länger als die übrigen.

*Belemnites. Sepia. Loligo. Sepiola.*

---

Körperbedeckungen. Schalenbildung. Bei allen Weichthieren wird die oberste Hautschicht durch ein Epithelium gebildet, welches bei den Muscheln und Schnecken zeitlebens wimpert. Zwischen diesen Wimperzellen und den anderen nicht mit Wimpern besetzten Elementen der Epithelien finden sich zahlreiche Becherzellen (besonders bei den Landschnecken), das sind einzellige, der Schleimsecretion dienende Drüsen, endlich auch Zellen, welche in Borsten ausgehen oder mit einem Büschel feiner Härchen versehen sind (Pinselzellen), nach innen aber direct mit Nervenfasern zusammenhängen und als feine Tastwerkzeuge anzusehen sind. Der Körper an sich ist gewöhnlich vermöge der der Cutis innig verwebten Muskelschicht der mannigfaltigsten Formveränderungen fähig.

Unter der Faserschicht der Cutis der Cephalopoden liegt die Schicht der Farbzellen oder Chromatophoren, von welchen die Färbung und das wunderbare Farbenspiel dieser Thiere ausgeht. Diese, mit gelblichem, braunem oder violettem und blauschwarzem Farbstoff er-

füllten Zellen besitzen eine elastische Membran und können durch strahlenförmig sich an sie setzende Muskeln in verschiedenem Grade erweitert werden. Unter ihnen befindet sich die sogenannte Flitternschicht, der Sitz des metallischen Schimmers und opalisirenden Glanzes. Es sind platte, wahrscheinlich auch aus kernhaltigen Zellen hervorgegangene Tafeln, welche wieder aus kleineren Flittern oder Plättchen zu bestehen scheinen.

Fast alle Weichthiere zeichnen sich durch grössere Hautfalten und Ausstülpungen der Körperbedeckungen aus, den Mantel, welcher den nächsten Schutz des ganzen oder eines Theiles des Körpers bildet und häufig noch ein Gehäus absondert. Wir finden ihn bei Armfüssern und Muscheln in Gestalt zweier Blätter, Der Mantel der ersteren scheint jedoch nicht mit dem der Muscheln homolog zu sein, da er auch durch Aufnahme der Generationsorgane functionell verschieden ist. Bei den Muscheln hängen die beiden Mantelblätter wenigstens längs des Rückens zusammen. Im Uebrigen finden sich die verschiedensten Grade der Verwachsung, bis nur ein schmaler Spalt vorn zum Durchtritt des Fusses übrig bleibt und das Hinterende in eine, gewöhnlich zwei Röhren, Siphonen, ausgeht, deren untere zum Eintritt des Wassers, die obere aber zum Austritt des Kiemenstromes sammt der Excremente u. s. w. dient. Der Mantel der gehäustragenden Schnecken bildet meist in der Nackengegend eine Höhlung für das Athemorgan und nach hinten und oben eine sackförmige Ausstülpung für die Aufnahme der Eingeweide. Die meisten Nacktkiemer besitzen den Mantel nur als Larven, so lange sie eine Schale tragen. Der Mantel der Ce-

phalopoden liegt am Rücken (Vorderseite des Rückens Gegenbaur) fest an und ist mit den allgemeinen Hautdecken und deren Muskulatur verwachsen. Am Bauche bildet er einen tiefen Sack, in dessen Grunde die Kiemen liegen, und dessen vorderer freier Rand durch knopfartige Vorsprünge und ihnen entsprechende Gruben noch fester, als es durch die Zusammenschnürung an sich geschehen könnte, an den Körper angedrückt werden kann, wobei dann durch Pressung des hinteren Theiles die Contenta des Mantelsackes durch den Trichter entleert werden.

Ein zweites wichtiges, mit den Körperbedeckungen innig zusammenhängendes Organe, der Fuss, tritt unter verschiedenen Gestalten auf. Geht man von dem Fusse der Gastropoden als eigentlichem Fusse oder Protopodium aus, so ist es die mediane unpaare Anlage, welche überall, wo eine Larvenschale auftritt, den Deckel trägt. Ihm ist homolog der zipfelförmige Anhang der Pteropoden, welcher bei *Cleodora* und *Hyalaea* als „Mittellappen" mit den Flossen verschmilzt. Der Kielfuss der Heteropoden ist ein secundäres Gebilde, dem in der Entwicklung ein Protopodium vorangeht, auf dessen Kosten jener theilweise entsteht. Ein dem Fusse entsprechender Theil fehlt dem Cephalopoden. Die paarigen Trichteranlagen oder Trichterfalten derselben, welche man wohl mit dem Fusse verglichen hat, sind möglicher Weise die Homologa der Flossen der Pteropoden. Ueber den Fuss der Muscheln, das keilförmige, von der Seite zusammengedrückte Bewegungsorgane als Homologon des Schneckenfusses kann nach Anlage und Entwicklung kein Zweifel sein. Bei den festsitzenden Gattungen (Pinna, Mytilus, Ostrea u. a.) tritt eine Umwand-

lung oder auch Verkümmerung des Fusses ein, der in den Fällen, wo es zur Bildung einer im Fusswinkel unterhalb des Mundes liegenden Byssusdrüse kommt, eine fingerförmige Gestalt annimmt. Das klebrige Secret derselben wird in der Rinne des Fusses zu Fäden gesponnen und mit dem Fussende angeheftet.

Dass das Velum (s. unten) der Lamellibranchien und Schnecken den Armen der Cephalopoden homolog seien, ist eine ganz unsichere Hypothese. Die verschiedenartigen Gehäuse und Schalen sind Produkte des Mantels. Sie bestehen aus einer organischen Grundlage, dem Conchiolin, und kohlensaurem Kalk. Dass die Brachiopoden nicht zu den Weichthieren gehören zeigen schon ihre, aus über einander gelagerten Schüppchen bestehenden Schalen. Dagegen zeigen die Gehäuse der Mollusken gewöhnlich eine obere, aus schiefen oder senkrechten prismatischen Säulen bestehende und eine innere Schichte horizontaler Lamellen. Die ersteren werden vom Mantelrande, die letzteren von der gesammten Manteloberfläche geliefert. Der Zusammenhang des Thieres mit der Schale ist auf einzelne Stellen beschränkt, wo Muskeln oder Theile des Mantels sich ansetzen. Das merkwürdige gekammerte Gehäus der Nautiliten kommt in folgender Weise zu Stande. Der Mantel erstreckt sich nicht nur mittelst eines röhrenartigen Fortsatzes, des Sipho, durch die schon gebildeten Kammern hindurch bis in die erste Kammer, sondern ist auch durch einen kragenartigen seitlichen Ring mit der Schale verwachsen, so dass hinter jenem Kragen ein abgeschlossener Raum entsteht. Dieser wird mit dem Vorrücken des Thieres allmälig grösser, indem, wie bei den allmälig vorrückenden Schalenmuskeln, die hin-

teren Ansatzfasern resorbirt werden und am Vorderrande neue wachsen. Dann tritt eine Ruhezeit ein, während welcher die gesammte Hinterfläche des Mantels sammt dem Kragen eine Querwand ausscheidet.

Häufig findet sich bei den Mollusken, wenn eine äusserliche Schale fehlt, eine solche in und unter der weichen Hautbedeckung. Von den Cephalophoren gegehören hierher u. a. *Bullaea*, *Limax*; unter den Cephalopoden besitzen die Sepiaceen eine innere Rückenschale, welche von Sepia als *os sepiae* am bekanntesten ist, indem sie sich von den ganz hornigen länglichen Platten der *Loligo* und Verwandten durch ihren starken Kalkbeleg über der Hornschicht auszeichnet.

Wir schliessen hieran die Hinweisung auf die Anfänge eines inneren Skeletes bei Schnecken und Kopffüssern. Dort ist es der unter der Reibeplatte liegende und mit der Muskulatur derselben zusammenhängende Zungenknorpel, welcher durch die knorpelige Natur seines Gewebes an diese Form des Bindegewebes der Wirbelthiere erinnert, hier, bei den Cephalopoden, der Kopfknorpel und der sogenannte Aequatorialring im Auge der Sepia.

Nervensystem und Sinnesorgane. a) Nervencentra. Schlundring. Körpernerven. Um die Anordnung des Nervensystems der Acephalen zu verstehen, istes zweckmässig, dasselbe erst bei den Cephalophoren, namentlich den Gasteropoden kennen gelernt zu haben. Bei diesen besteht die Centralmasse des Nervensystems aus mehreren Paaren von Ganglien, welche, unter einander durch einfache oder doppelte Commissuren verbunden, einen Schlundring oder ein Nervenhalsband bilden. Auch hier wird die obere, auf dem Schlunde

liegende Partie das Gehirn genannt, und dieses sowohl als die unteren Ganglienmassen zeigen in den verschiedenen Unterabtheilungen sehr verschiedene Grade der Verschmelzung; daher z. B. unsere *Helix* und *Limax* nur ein Gehirnganglion und ein unteres Schlundganglion zu haben scheinen. Als Norm möchte jedoch anzusehen sein, dass das Gehirn aus zwei Ganglien, die untere Portion aber aus zwei Paar Ganglien besteht, einem vorderen, das vorzugsweise die Sohle, und einem hinteren, das die Kiemen und Eingeweide mit Nerven versorgt. Dass aber auch hierin noch differente Bestandtheile enthalten sind, beweist das häufige Vorkommen accessorischer Knötchen.

Bei manchen Nacktkiemern sind die drei Paare Ganglien so an einander nach oben gerückt, dass sie scheinbar eine einzige Masse bilden. Ihre Trennung ist jedoch durch Furchen und Einschnitte angedeutet, und nach den einzelnen, daraus entspringenden Nerven lassen sich diese Abtheilungen leicht als die Gehirn-, Fuss- und Kiemenganglienmasse deuten.

Die Nerven für die Lippen, Tentakeln, Augen, bisweilen auch Gehörorgane und Geschlechtswerkzeuge (*penis* bei *Helix*) entspringen aus dem Gehirn.

Halten wir uns nun daran, dass eigentlich sowohl die Fussganglien, d. h. das vordere Paar der unteren Schlundportion, als die Kiemenganglien, das hintere Paar, durch besondere Commissuren mit dem Gehirn verbunden sind, so ergiebt sich, wie das Nervensystem der Acephalen, namentlich der Lamellibranchiaten, auf jene Form sich zurückführen lässt.

Die Lamellibranchiaten haben drei Paar Ganglien: das eine liegt auf dem Schlunde und unter dem

vorderen Schliessmuskel, es entspricht dem Gehirn der Gasteropoden; das andere im Fusse, und seine Verbindungsstränge mit dem Gehirn schliessen den Schlundring; das dritte Paar liegt noch weiter von dem Gehirn entfernt, am hinteren Schliessmuskel. Es versieht vorzugsweise die Kiemen und entspricht dem hinteren der unteren Schlundganglienpaare der Gasteropoden, seine zum Gehirn führenden Commissuren den Commissuren jenes.

Die im Kopfe der Cephalopoden befindliche Centralmasse des Nervensystems mit dem Gehirn der Wirbelthiere zu vergleichen, war man, ohne an eine wirkliche Homologie zu denken, um so mehr versucht, als sie von einer, einer Schädelkapsel ähnlichen Knorpelhöhle umgeben ist. Nichtsdestoweniger haben wir auch hier, dem Typus der Mollusken gemäss, einen vom Schlunde durchsetzten Ring, nur mit grösserer Consolidirung und Anhäufung der Ganglienmasse. Die obere Partie, und diese allein darf man, wenn man die Analogie mit den Gasteropoden festhalten will, Gehirn nennen, ist an Umfang die kleinere und entsendet zwei Nerven an das dem Pharynx aufliegende *ganglion buccale superius*. Der untere Theil des Schlundringes besteht aus drei hinter einander gelegenen Knoten. Vom vordersten gehen beiderseits 5 Nervenstränge für die Arme, vom mittleren der Hörnerv und Trichternerv, vom hinteren der Eingeweidenerv ab. Zwischen oberem und unterem Halbringe entspringen die Stiele der grossen *ganglia optica*. Unter dem Pharynx und etwas vor dem *g. bucc. super.* liegt, mit diesem verbunden, das platte *g. bucc. inferius*. Zwei Knoten, *ganglia stellata*, oder die Mantelganglien, auf dem Mantel zur Seite des

Eingeweidesackes geben zahlreiche Nervenstränge zur Muskulatur des Mantels und hängen je durch einen langen Nervenstrang mit dem unteren Theil des Schlundringes zusammen. Ein auf dem Magen liegendes *gang. splanchnicum* hängt mit dem *g. bucc. inferius* zusammen. So bei den Zweikiemern (*Sepia*), wovon die Nautiliten beträchtlich abweichen. Die obere Schlundganglienmasse ist bei ihnen mehr entwickelt, aus ihr entspringen die Sehnerven. Die untere Portion besteht deutlich aus zwei Paar Ganglien, aus deren vorderem die Tentakel- und Trichternerven, aus deren hinterem die den Mantelnerven der übrigen Cephalopoden analogen Nerven für Schlund- und Schalenmuskeln entspringen.

b) Eingeweidenervensystem. Ein sympathisches System ist am bestimmtesten ausgeprägt bei den Cephalophoren und Cephalopoden. Bei jenen liegen zwei kleine, mit dem Gehirn in Verbindung stehende Knötchen an den hinteren und unteren Seitentheilen des Pharynx (hinter dem Schlundringe also bei denjenigen Schnecken, deren Schlundring den vorderen Theil des Schlundkopfes umfasst, z. B. bei *Helix*). Diese Knötchen versorgen den vorderen Theil des Darmkanals, oder machen mit ihren Nerven allein das sympathische System aus, wo nicht noch ein unpaariges, seltener paariges Ganglion im Hinterleibe liegt, von welchem dann die Nerven für den hinteren Eingeweidetheil, Geschlechts- und Respirationsorgane, soweit diese nicht schon direct vom Schlundringe versorgt sind, ausgehen. Ganz ähnlich verhält es sich bei den Cephalopoden. Zu dem unter dem Schlundkopf, welches den beiden Pharyngealganglien der Gasteropoden gleich zu achten, tritt bei den Sepiaceen ein zweites, auf dem Schlundkopfe lie-

gendes Ganglion. Diese sind für den Pharynx und den darauf folgenden Theil des Darmkanals bestimmt. Ein auf dem Magen liegendes Ganglion, das durch einen in seinem mittleren Verlaufe gespaltenen Nerven mit dem unteren Schlundganglion in Verbindung steht, entspricht dem Magentheile der Gasteropoden.

Bei den Lamellibranchiaten scheinen die Eingeweidenerven im Allgemeinen ohne eigenthümliche Centra zu bestehen, indem sie ihren Ursprung aus den Commissuren der oben betrachteten Körperganglienpaare nehmen.

Schon oben (Hautbedeckungen) sind die Sinneszellen als sehr weit über die Körperoberfläche verbreitete Sinneswerkzeuge erwähnt. Diese sogenannten Terminalkörperchen sind eigenthümlich geformte, stäbchenartig verlängerte Zellen, welche zwischen den Epithelzellen hervortreten und von innen eine Nervenfaser aufnehmen. Sie finden sich am zahlreichsten an den Fühlern und vermitteln ausser dem Gemeingefühl wohl auch die Geruchsempfindung. Eine besondere Art solcher Terminalkörperchen im Anfangstheile der Mundhöhle unserer Schnecken sind wahrscheinlich die Geschmacksorgane.

Ein specifisches Sinneswerkzeug, welches in Beziehung zur Athmung stehen muss, besitzen unsere Wasser-Lungenschnecken, das nach seinem Entdecker genannte Lacazesche Organ. Es liegt am Eingange der Athemhöhle, eine freie canalförmige Hauteinstülpung, reich innervirt. Der Nerv, am Grunde des Organs ein Ganglion bildend, kommt vom Schlundringe und ist ein modificirter, auch bei *Paludina* und *Helix* vorhandener Mantelnerv.

Der Augen entbehren die meisten Muscheln. Sie zeigen bei Pecten u. a. eine, zu verhältnissmässig hoher Leistung geschickte Structur, und das Auge der Kopffüsser lässt auch in den histiologischen Einzelheiten, z. B. der Netzhaut, eine Complication wahrnehmen, welche kaum von der der Wirbelthiere übertroffen wird. Das am genauesten untersuchte Auge der Kammmuscheln wird von einer festen, fibrösen *sclerotica*, der Fortsetzung der Scheide des Sehnerven umgeben. Als Hornhaut fungirt das dünner und durchsichtiger werdende Oberflächen-Epithel. Eine feine, feste Membran theilt das Auge in eine vordere und eine hintere Abtheilung. In jener liegt die aus deutlichen Zellen bestehende Linse. Die hintere enthält die lichtpercipirende Nervenschicht. An der inneren Fläche der *sclerotica* liegt eine aus zwei verschiedenfarbigen Pigmentschichten bestehende *chorioidea*, welche vorn eine, meist bläuliche *iris* bildet und häufig der Pupille gegenüber ein aus spindelförmigen, quergefurchten Körperchen zusammengesetztes *tapetum* enthält. Dieses bringt einen wundervollen Glanz hervor. Die Augen, deren Zahl sehr variirt nach den Individuen und selbst nach den Mantelhälften der einzelnen Individuen, liegen auf den Mantelrändern und den von diesen abgehenden Tentakeln und Fortsätzen, namentlich am Hintertheile. Die Augennerven entspringen von einem im hinteren Theile des Mantels gelegenen Ganglion.

Die eigenthümliche Lage der Augen von Pecten und *Spondylus*, sowie die Nervatur gestattet nicht, sie morphologisch denen der Schnecken homolog zu stellen. Es liegt viel mehr ein auffallender, der Erklärung durch Vererbung nicht zugänglicher Fall von Convergenz vor.

Selbst die Augen der verschiedenen Schnecken zeigen in der Beschaffenheit der lichtbrechenden Theile und der Netzhaut erhebliche Verschiedenheiten. Bei *Helix* bildet die äussere Epithelialschichte und eine dem Augenbulbus angehörige Zellenlage eine Art von *cornea*. Der ganze Binnenraum des Auges wird von einer ellipsoidischen Linse erfüllt (welche bei den Prosobranchien und Heteropoden in einen Glaskörper eingebettet ist). An sie treten die durch Pigmentbeleg von einander getrennten Stäbchen der Retina. Die äussere feste Hülle des Augapfels als *sclera* ist eine Cutisbildung. Der Augennerv kommt vom oberen Schlundganglion, gemeinschaftlich mit dem Fühlernerven, aber in seinen Elementen von der Wurzel an selbständig[1]).

Im Auge des *Nautilus* fehlen die lichtbrechenden Körper. Die Netzhaut kleidet den Augenbulbus aus und zeigt trotz des Mangels des bilderzeugenden Apparates, schon jene Anordnung der feineren Elemente, wie bei den Zweikiemern. Bei diesen findet sich eine Augenkapsel, gebildet durch die knorpelige Augenmuschel und eine sich an den Knorpel anschliessende fibröse Haut, welche vorn mit der Hautbedeckung sich verbindet, dünn und durchsichtig wird und somit als *cornea* fungirt. In dieser Augenhöhle liegt nun der Augapfel, mit ihr nur hinten durch den Nerven und ein zwischen die Augenmuschel und den Bulbus eingeschaltetes grosses

1) Simroth hat wegen der schwankenden Beschaffenheit der Linse bei *Helix* und anderer Umstände bei *Limnaea* die Vermuthung ausgesprochen, dass sich die Augen dieser Thiere in einem Uebergangsstadium zur Vervollkommnung befänden. Vergl. hierzu die Ansichten von J. Ranke über die Uebergangssinnesorgane. Z. f. w. Zool. Bd. XXV.

Ganglion zusammenhängend. Form und Zusammenhalt bekommt der Augapfel durch eine Knorpelhaut, welche auch in die Iris eine Lamelle abgiebt, aussen aber von der, ebenfalls zur Iris beitragenden silberglänzenden Haut, *argentea*, überzogen wird. Eine zweite Argentea liegt einwärts. Muskulöse und bindegewebige Theile dieser Augapfelwandung tragen, als *corpus ciliare*, die Linse. Letztere sammt Netzhaut ist durch Einstülpung und Abschnürung der Keimhaut entstanden und besteht in manchen, vielleicht allen Fällen aus zwei, verschiedenen Perioden der Entwicklung angehörigen Segmenten. Nach hinten füllt den Raum zwischen ihr und der Netzhaut eine wässerige Flüssigkeit aus, nach vorn ragt sie in die Augenkapselhöhle. Letztere communicirt bei den meisten Sepiaceen und Octopoden durch eine enge Oeffnung mit der Aussenwelt. Kann aber schon hier das Meerwasser mit der Höhlenflüssigkeit sich vermischen, so wird bei *Loligopsis* und *Onychotheutis* die Linse geradezu vom Meerwasser bespült, da bei diesen Gattungen die Augenkapsel vorn gar nicht geschlossen ist, resp. die als *cornea* zu benennende Kreisfalte gar nicht vorhanden ist.

Gehörorgane finden sich fast allgemein bei den Lamellibranchiaten. Es sind zwei von einer durchsichtigen Haut gebildete Bläschen, welche unmittelbar an den Fussganglien (*Cyclas*) oder in deren Nähe (Najaden) sich befinden. Dass bei den letzteren die Gehörnerven von der Schlundcommissur und damit von den oberen Schlundganglien kommen, in Uebereinstimmung mit den Cephalophoren, hat Simroth bewiesen. Sie sind ausgekleidet mit einem lockern Epithel (*Cyclas*), welches Bündel feiner Borsten oder Hörhaare trägt.

Von diesen wird der centrale Otolith[1]) in der Lage erhalten. Das Ohr der Najaden liegt in einer voluminösen Schwellkapsel aus spongiösem Gewebe, vorzüglich zur Uebertragung der Schallwellen geeignet. Daher scheint die Feinhörigkeit diese Muscheln zu erklären.

Die Hörblasen der Cephalophoren sind hiervon nicht wesentlich verschieden. Sie stehen bei den Lungenschnecken und Prosobranchicon nur scheinbar in engerer Verbindung mit der vorderen Partie der unteren Schlundganglienportion. Denn auch wo sie den Fussganglien unmittelbar anliegen, entspringt der Hörnerv aus dem oberen Schlundganglien-Paare. In ihrer Flüssigkeit sondern sich ebenfalls Hörsteine[1]) aus kohlensaurem Kalk ab (1 bei *Paludina impura* und den Heteropoden, sonst mehrere oder viele).

An Pterotrachea konnte Ranke beobachten, dass die Cilienbüschel im Zustande der Ruhe an der Wand anliegen, sich aber in Folge stärkeren Schalles aufrichten und den Otolithen gegen den acustischen Endapparat stossen. Derselbe befindet sich an dem der Eintrittsstelle des Nerven entgegengesetzte Pole. Fünf Hörzellen, aus denen die Enden der Primitiv-Nervenfasern als Hörstäbe heraustreten. Nach Claus nur eine Centralzelle mit einem Büschel zarter Wimpern, umgeben von 4 Stützzellen.

Von den Cephalopoden sind hinsichtlich ihres Gehörorgans die Zweikiemer genau bekannt worden. So-

---

1) Der embryonale, aus organischer Masse bestehende Hörstein der *Neritina* ist nach seiner Entstehung (Ablösung einer Zelle aus dem sich einstülpenden Zellhaufen, welcher zugleich das Material für das obere Schlundganglion ist) das Homologon der Linse. (Simroth).

wohl bei *Octopus* wie bei *Sepia* liegen im Kopfknorpel zwei durch eine schmale Scheidewand getrennte Höhlungen, von welchen aus sich ein Gang verfolgen lässt, der höchst wahrscheinlich direct nach aussen mündet. Bei den Octopoden sind die Wandungen dieser Höhle glatt, mit einer Flüssigkeit erfüllt. Darin flottirt eine geschlossene Blase, welche die Endigungen des Hörnerven enthält. Die zwei Aeste desselben gehen aus in die Gehörplatte und Gehörleiste. Auf der ersteren sitzt der schon mit blossem Auge sichtbare Otolith. Hiervon unterscheidet sich das Ohr der Sepiaceen dadurch, dass die Höhlung durch conische Vorsprünge viel complicirter erscheint, und dass die zarten Epithelien und Weichtheile unmittelbar auf der Knorpelwand liegen. Aber hier wie dort treten *lamina acustica* mit dem Gehörstein und *crista acustica* als die percipirenden Theile hervor. Die Gehörblasen der Cephalopoden liegen an den unteren Fläche der unteren Schlundganglienmasse. Der gleiche Typus und die fortschreitende Entwicklung innerhalb aller Mollusken ist nicht zu verkennen.

Eigene Organe, welche als Geruchswerkzeuge zu fungiren scheinen, sind nur bei den Cephalopoden erkannt. Es finden sich in der Nähe der Augen bei einigen zwei kleine Grübchen (*Loligo*, *Sepiola*), aus deren Grunde sich bei einigen anderen (*Octopus*, *Eledone*, auch *Nautilus*) ein papillenartiger Körper erhebt, der bei noch anderen Gattungen (*Argonauta*, *Tremoctopus*) nur von einem sehr geringen Hautwulst umgeben ist. Der Riechnerv entspringt aus dem *ganglion opticum*, tritt mit in die Augenhöhle und durchbohrt die Augenkapsel.

Ernährungssystem. a) Verdauungskanal. Der sehr entwickelte Verdauungskanal der Lamelli-

branchiaten bildet mit den übrigen Eingeweiden des Abdomens ein schwer zu trennendes Convolut. Die Mundöffnung liegt tief in der Mantelhöhle, umgeben von zwei Paar lappenartigen Tentakeln. Eine Speiseröhre ist entweder gar nicht vorhanden oder nur sehr kurz, der Magen ziemlich gross. Der aus diesem hervorgehende Darm macht gewöhnlich einige Windungen und erscheint als **Mastdarm** an der Rückenseite des Abdomens in der Schlossgegend, wo er das Herz durchbohrt. Nach einem kurzen Verlauf mündet dieser mit einem mit zahlreichen Gefühlspapillen besetzten Anus. Bei nicht wenigen Blattkiemern (*Cardium*, *Venus*, *Solen* u. a.) entspringt hinter dem Magen ein Blinddarm, welcher einen durchsichtigen, an beiden Enden zugespitzten Cylinder enthält, den sogenannten Krystallstiel. Derselbe liegt bei den Najaden, denen der Blindsack fehlt, in dem Anfangsstück des Darmes, gewöhnlich mit dem oberen Ende bis in den Magen ragend. An feinen Querschnitten sieht man eine äusserst zarte concentrische Schichtung, wie Jahresringe. Durchsetzt ist der Stiel von einem, oft bis zum Verschwinden feinen, an den Enden jedoch weiteren Kanale mit Darmcontentis, Bacillarien, Räderthieren u. s. f., die auch zwischen den Schichten anzutreffen. Das ganze Product scheint uns demnach nichts Anderes zu sein, als ein zur Umhüllung des Gefressenen dienendes Darmsecret, wodurch die Contenten aufgelöst werden.

Die Mundöffnung der Cephalophoren ist von wulstigen, fleischigen Lippen umgeben, welche häufig, namentlich bei den Kammkiemern, in einen langen, ein- und ausstülpbaren Rüssel verwandelt sind. Die Mundhöhle, deren dicke Wandungen einen sehr muskulösen

Schlundkopf bilden, trägt inwendig sehr allgemein harte Kauwerkzeuge, die Kiefern und die Zunge. Sind die Kiefern paarig, so liegen sie als zwei mit einer Scheide versehene Platten rechts und links hinter dem Eingang der Mundhöhle; ist ein unpaariger Kiefer vorhanden (sehr entwickelt bei den *Helices* und *Limaces*), so liegt er als halbmondförmige gezähnelte Platte über dem Eingange der Mundhöhle. Am Boden der Mundhöhle liegt ein längeres oder kürzeres flaches Organ, die Zunge, welche sich durch ihre höchst zierliche und regelmässige Bewaffnung, bestehend in Zähnen, Haken und Platten, auszeichnet. Der Mittelstreif (*rhachis*) der Zunge ist in der Regel mit einer Reihe mehrzackiger Zähne, die Seiten (*pleurae*) sind mit einem, mehreren oder vielen Reihen Haken besetzt, und diese häufig noch von mehreren Plattenreihen umgeben, Alles in so constanten Formen, dass man die Zunge als eins der sichersten Artmerkmale erkannt und sie auch zu weiteren systematischen Eintheilungen benutzt hat. (S. oben.) Man braucht zu diesem Zwecke meist nur eine einzige Querreihe zu kennen. Als besonders lang verdient die Zunge von *Patella* genannt zu werden. Die Zunge wirkt ungefähr wie eine Feile oder ein Reibeisen, wobei zugleich die vielen rückwärts gerichteten Spitzen die Speisen einführen.

An dem hinter dem Schlundkopf beginnenden Darmkanal kann man sehr allgemein drei Abtheilungen unterscheiden: Speiseröhre, Magen und Darm. Die längere oder kürzere Speiseröhre geht nicht selten vor dem Magen in einen Kropf über (z. B. bei *Limnaeus, Planorbis*). In dem verschieden geformten Magen, der aus drei Abtheilungen bestehen kann, bildet oft der

innere Epithelialüberzug knorpelige Platten (z. B. im zweiten Magen von *Aplysia*) oder hornige Haken (z. B. im dritten Magen von *Aplysia*). Der Darm, der mit Speiseröhre und Magen gewöhnlich mehrere Male länger ist als der Körper, macht mehrere Windungen und mündet bei den meisten Cephalophoren vorn an der rechten Seite, neben der Athemöffnung, seltener am Hinterende. Sehr abweichend verhalten sich die *Apneusta* Köll, indem bei ihnen hinter der Magenanschwellung sich viele Blindsäcke befinden, welche bei denjenigen Arten, die äussere Anhänge haben, in diese sich hineinbegeben.

Auch bei den Cephalopoden liegt hinter der von mehreren kreisförmigen Lippen umgebenen Mundöffnung ein sehr muskulöser, bewaffneter Schlundkopf; die Kauwerkzeuge bestehen gleichfalls aus Kiefern und Zunge. Erstere bewegen sich vertical und sind sehr passend ihrer Form nach mit einem Papageischnabel verglichen worden. Die Zunge zeigt auf dem hinteren Theile der Oberfläche den nämlichen Zahn- und Hakenbesatz wie bei den Cephalophoren, vorn ist sie mit Geschmackspapillen besetzt. Der enge Oesophagus bildet bei einigen Familien, namentlich bei den Nautilinen, einen Kropf und geht dann in den Magen über. Dieser ist einfach und erscheint als sackförmige Ausbuchtung, indem Cardia und Pylorus nahe bei einander liegen. Hinter dem Pylorus findet sich ein häufig spiraliger Blinddarm; der kurze Darm steigt aus der Bauchhöhle wieder aufwärts und mündet in den Trichter.

b) Speicheldrüsen und Leber. Allgemein haben die Cephalophoren und Cephalopoden sehr entwickelte Speichelorgane. Bei den Cephalophoren

ist gewöhnlich nur ein Paar vorhanden, zwei auf dem Magen und dem Oesophagus aufliegende lappige Drüsen von gelblicher oder weisslicher Farbe, deren Ausführungsgänge neben dem Schlunde verlaufen und, ohne sich zu vereinigen, neben der Zunge in die Mundhöhle einmünden. Bei manchen Cephalophoren *(Dolium galea, Cassis sulcosus, Tritonium nodiferum, Pleurobranchidium)* befindet sich neben der eigentlichen Speicheldrüse eine accessorische Drüse, deren Secret 3 bis 4 Proc. freie Schwefelsäure enthält. Es ist jedoch höchst wahrscheinlich, dass es weder zur Verdauung noch als Vertheidigungsmittel gebraucht wird, sondern ein blosses Excret ist.

Bei den Cephalopoden findet sich in der Regel ein oberes und ein unteres Paar Speicheldrüsen. Das obere liegt unmittelbar am hinteren Theile des Schlundkopfes und hat daher sehr kurze Ausführungsgänge. Das hintere liegt hinter dem Kopfknorpel, zeigt eine bald gelappte *(Loligo)*, bald glatte Oberfläche *(Octopus* u. a.), und der aus der Vereinigung der beiden Ausführungsgänge entstandene Kanal geht mit dem Schlunde durch die Oeffnung des Kopfknorpels, um den Grund des Schlundkopfes zu durchbohren.

Die Leber erscheint bei mehreren Pteropoden als eine Zellen- und Follikellage unmittelbar auf den Magen- und Darmwänden. Bei der Abtheilung der Apneusten aus der Gruppe der Nacktkiemer haben die in die Rückenanhängsel sich erstreckenden Blindsäcke des Darmkanals die Leber in sich aufgenommen. Bei den übrigen Mollusken findet sich allgemein eine gesonderte Leber. Sie wird gebildet durch längere oder kürzere Follikel, welche wiederum aus einer *tunica pro-*

*pria* und der secernirenden (bei *Cyclas cornea* wimpernden) Epithelialschicht bestehen und sich zu gemeinschaftlichen wimpernden Gallengängen vereinigen. Diese treten zu mehreren Hauptausführungsgängen zusammen, welche das Secret in den Magen oder den Darm ergiessen. Bei den Lamellibranchiaten umgiebt die Leber die Magenregion. Nach oben und hinten erstreckt sie sich bis an das Knie, welches der Mastdarm bildet, nach unten und hinten ragen einige Partien weit in das Abdomen hinein. Die weiten Gallengänge öffnen sich in den Magen. Bei den Cephalophoren umwickelt die in mehrere Lappen zerfallende Leber die Darmwindungen sehr eng, so dass diese, namentlich bei den Acephalen, oft nur schwer von ihr zu trennen sind. Die Leber der Cephalopoden besteht meist aus mehreren, von einem festen, glatten Bauchfellüberzuge umgebenen Abtheilungen, deren Ausführungsgänge sich zu einem gemeinschaftlichen, die Galle in den Blindsack leitenden *ductus choledochus* verbinden. Eine mit den Gallengängen zusammenhängende Drüsenmasse bei den meisten Cephalopoden scheint dem *pancreas* der Wirbelthiere zu entsprechen.

c) Gefässsystem[1]).

Die Mollusken besitzen ein von einem Herzbeutel umgebenes Aortenherz, wohin das Blut aus den Athmungsorganen gelangt, um durch eine oder mehrere Aorten in den Körper getrieben zu werden. Die Blutbahn ist also gerade die umgekehrte, wie bei den Fi-

1) Kollmann, Kreislauf des Blutes bei den Lamellibranchieen, den Aplysien und Cephalopoden. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. XXVI.

schen, welche ein Kiemenherz besitzen, und deren Kiemenvenen zur Aorta und zu anderen Körperarterien werden.

Das Blut ist gewöhnlich farblos. Röthliche, grünliche, violette, gewöhnlich an die Blutflüssigkeit gebundene Färbungen kommen bei Cephalophoren und Cephalopoden vor. Die in der Regel ungefärbten Blutkörperchen sind bei den Acephalen meist unregelmässig, bei den übrigen rundliche Zellen und scheinen immer einen Kern oder mehrere Körner zu enthalten. —

Der Kreislauf und die Kreislauforgane der Lamellibranchiaten ist am besten von Unio- und *Anodonta* bekannt (Langer. Kollman). Das arteriell gewordene Blut wird durch die beiden Vorkammern der vom Mastdarm durchbohrten Kammer zugeführt und von hier in einen grossen vorderen Stamm, die vordere Aorta, und in die kleinere hintere Aorta getrieben. Die Arterien gehn in ein Capillarnetz über, das in den verschiedenen Organen sich verschieden verhält. Aus diesen Capillarien mit eignen Wandungen tritt das Blut direct in Gewebslücken ein. Das Venensystem mit eignen Wandungen entsteht aus den Lacunen des Fusses und sammelt sich zum *truncus venosus*, der als *sinus Bojani* sich unter dem Mastdarm in den Herzbeutel öffnet. Diese ganze Anordnung findet sich auch bei *Pinna*, *Mytilus*, *Pecten*, *Spondylus*. Die meisten Venen nehmen also das im Kreislauf nach der Peripherie modificirte Blut aus den Organlücken auf. Nun tritt das Blut in die Falten des sogenannten braunen Bojanus'schen Organs, (Bipolares Wundernetz) hieraus in die Kiemen und von ihnen in die Vorkammern.

Die Schwellung des Fusses der Blattkiemer scheint (nach Kollmann) nur durch Füllung der sehr dehnbaren arteriellen Gefässe und der Capillaren allein zu Stande zu kommen, nicht durch besondere Schwellnetze.

Die Wasseraufnahme in das Blut geschieht (nach Langer) bei den Najaden auf folgendem Wege. Eine Oeffnung im inneren Kiemengange führt zu dem sogenannten Lungenfache (Bojanus), welches weiter nichts ist, als eine Fortsetzung des braunen Bojanus'schen Körpers und mit diesem communicirt. Der Bojanus'sche Körper steht wieder in Verbindung mit dem weiten Pericardium. In demselben Theile des Pericardiums, wo die Communicationsöffnung zur Höhle des Bojanus'schen Körpers ist, vorn unter der Aorta und dem Mastdarm, befinden sich noch mehrere Oeffnungen, die von hier aus in das sogenannte rothbraune Organ, ein parenchymatöses Gewebe des Mantels führen; von hier endlich gelangt das Wasser in die Vorkammern. Dieser Darstellung widerspricht jedoch Kollmann, da eine Verbindung von dem Pericadium nach den Vorkammern nicht existire. Dagegen finden sich auf der Kante des Fusses spaltförmige Oeffnungen, durch welche die Muscheln willkürlich Wasser in die venös-lymphatischen Lacunen aufnehmen können. „Wie vortrefflich für die Regulirung der Wasseraufnahme bei den Lamellibranchieen gesorgt ist, zeigen namentlich marine Formen. Was bei *Pecten*, *Spondylus* und *Mytilus* bisher als Fuss, auch als rudimentärer Fuss bezeichnet wurde, ist nichts anderes als eine mit Streck- und Schliessmuskeln vortrefflich eingerichtete Röhre, welche die Zufuhr des Wassers vermittelt“ (Kollmann).

Nur bei wenigen Nacktkiemern (*Flabellina*, *Rhodope* u. a.) fehlt das Gefässsystem vielleicht ganz, die in der Leibeshöhle enthaltene Blutflüssigkeit vollendet daher keinen regelmässigen Lauf. Ein regelmässiges Circuliren findet aber sogleich statt, wenn bei anderen Nacktkiemern (z. B. *Tergipes*, *Aeolis*, *Eolidina*) ein Herz mit rudimentärer Aorta und zwei in die Vorkammer einmündenden Venenstämmen erscheint, so dass die Aehnlichkeit dieses Blutlaufes mit dem der Insecten eine sehr grosse ist.

Bei der grössten Anzahl der Cephalophoren aber tritt aus der Kammer des in seiner Lage nach den Respirationsorganen sich richtenden und mitunter (z. B. bei *Patella*, *Haliotis*) vom Darm durchbohrten Herzens eine Aorta, die sich bald weiter spaltet und so zum Stamme eines Arteriensystems wird, das häufiger noch bis in die capillaren Verzweigungen hinein mit eigenen Wandungen versehen ist. Bei den Aplysien sind sogar die aus den Arterien hervorgehenden Capillaren für den weiteren directen Blutlauf überall geschlossen, und es muss aus ihnen das Blut durch Filtration in das venöse Lacunensystem gelangen. Der Anfangstheil des venösen Systems scheint bei allen Cephalophoren ein lacunöser zu sein. Das Venenblut sammelt sich häufig in der Leibeshöhle an, wo es namentlich den vorderen Theil des Darmkanals und die Kopfganglien umspült, und geht dann durch besondere Kanäle in die Kiemen. In die Kiemen- oder Lungenvenen der Gasteropoden scheinen häufig kleinere Venen zu münden, so dass nicht lauter rein arterielles Blut in das Herz gelangt. Eine Wasseraufnahme in das Blut findet auch bei den Landschnecken statt, und zwar durch den Mund, während

durch die Nieren die Ausscheidung einer wässerigen Blutflüssigkeit statt hat.

Bei Pteropoden und Heteropoden ist das Capillar- und Venensystem durch wandungslose Räume repräsentirt. Sehr wichtig ist auch die Entdeckung, dass, wie bei den Lamellibranchiaten, durch die Niere direct Wasser in den Pericardialsinus und von da in's Herz übergeführt wird.

Unter den Cephalopoden tritt bei den Vierkiemern das Blut durch vier, bei den Zweikiemern durch zwei stärkere Gefässe, die bei mehreren Gattungen an einer Stelle erweitert sind und pulsiren und also wahren Vorhöfen gleichen, in das Aortenherz, das gegen sie bei der Systole durch Klappen geschlossen wird. Eine *aorta anterior* ist der Stamm mehrerer grösserer Arterien, welche den oberen Theil des Darmkanals, Geschlechtstheile, Leber, Mantel, Kopf und Arme versorgen; aus einer *aorta posterior* entspringen die für die Ernährung des hinteren Theiles des Darmkanals, des Tintenbeutels, der Kiemen und des Bauchtheils des Mantels bestimmten Arterien.

Nach den älteren, bisher als gültig angenommenen Angaben von Milne-Edwards sollte auch bei den Cephalopoden ein durch Lacunen unterbrochener Kreislauf statt finden. Dem widerspricht Kollmann; nach ihm sind jene, übrigens nicht einmal sehr beträchtlichen Bluträume anatomisch und physiologisch blosse Erweiterungen von Venen. Eine Aufnahme von Wasser direct in das Blut ist sehr unwahrscheinlich.

Bei den Octopoden gehen die Armvenen, zwei aus jedem Arme, in einen grossen Gefässring im Kopf, aus welchem sich eine starke Kopfvene neben dem

Darmkanal herabbegiebt, die unterwegs andere Venen aufnimmt und endlich, vereint mit dem grossen visceralen Venenbehälter, ihr Blut in die Hohlvene ergiesst. Aus den Eingeweiden sammelt sich das Blut in zwei Abdominalvenen, welche die Genitalvenen aufnehmen und in einen Visceralsinus übergehn. Durch zwei aus diesem Sinus entspringende Hohlvenen wird das Blut in die sogenannten (nicht pulsirenden) Kiemenherzen und in die Kiemen geleitet. Die Mantelvenen münden direct in die Kiemenherzen.

Etwas anders sind diese Verhältnisse bei den Sepiaceen. Bei ihnen umgiebt ein venöser Sinus, der das Blut aus den (nur eine Vene habenden) Armen und der Mundgegend empfängt, den Schlundkopf und setzt sich nach hinten mit dem Oesophagus in die Höhlung des Kopfknorpels fort, in der das Gehirn liegt. Dieser Sinus dehnt sich aber nicht weiter aus, wie es bei den Octopoden der Fall ist, sondern alles Blut des Abdomens läuft in engeren Venen. Eine starke *vena cephalica* steigt mit dem Darmkanal herab und theilt sich in zwei Hohlvenen. In die linke Hohlvene mündet die grosse *vena hepatica posterior*, in die rechte ein vom Rectum und von dem Tintenbeutel kommender Venenstamm und eine Genitalvene. Gleicherweise öffnen sich die Venen der Flossen und die Mantelvenen in die *venae cavae.*

d) Respirationsorgane.

Die Lamellibranchiaten haben zwei Paar Kiemen. Das äussere Blatt berührt die Innenfläche des Mantels, das innere liegt auf dem Abdomen und dem Fusse auf. Sie empfangen das Wasser, jenachdem der Mantel weniger oder mehr verwachsen ist, durch die grosse Mantelspalte, oder es sind im Mantel besondere

Schlitze oder Röhren angebracht, durch deren eine das Wasser eingenommen wird, während es durch die andere (obere) mit den Fäces ausfliesst. Im Innern der Mantelhöhle und längs der Kiemen bewirkt das Flimmerepithelium regelmässige Strömungen. Auf den Kiemenblättern bemerkt man ein Gitterwerk, dem die Gefässvertheilung entspricht. In die durch die Querscheidewände zwischen den beiden Lamellen der Kiemenblätter entstandenen Fächer führen bei den Najaden an der Basis der Kiemen gelegene Mündungen. Die Fächer dienen zur Aufnahme der Eier, und auch der Samen gelangt in sie.

Mehrere Muscheln (*Arca, Mytilus*, *Pecten*, *Spondylus*) zeigen eine sehr abweichende Kiemenbildung, indem ihre scheinbaren Kiemenblätter eine Menge neben einander liegender Fäden sind, deren jeder auch aus zwei Lamellen besteht.

Die meisten Cephalophoren, mit Ausnahme einiger Nacktschnecken, Pteropoden und Heteropoden, bei denen man besondere Athemorgane nicht entdeckt hat, athmen durch Kiemen der verschiedensten Form und in der verschiedensten Lage.

Die Pulmonaten athmen Luft, welche in eine gewöhnlich am Vorderrücken befindliche Lungenhöhle durch ein, bei den rechts gewundenen Schnecken rechts, bei den links gewundenen links liegendes und verschliessbares Athemloch aufgenommen wird. Bei den Wasser-Lungenschnecken ist die Höhle mit Flimmerepithelium ausgekleidet. Das auf der Fläche der Lungenhöhle leisten- und gitterartig hervortretende Gefässnetz scheint immer aus wandungslosen Kanälen zu bestehen.

Die Athemhöhle von *Planorbis* wird durch eine Längsfalte getheilt. Nur die rechte Hälfte ist Lunge.

Befindet sich das Thier unter Wasser, so fungirt die andere Höhle und ein von ihr aus hervortretender Lappen als Kieme.

Auch *Ampullaria* besitzt über der Kiemenhöhle eine sich in dieselbe öffnende Lungenhöhle, und *Onchidium* ausser der ganz auf das Hinterleibsende gerückten Lungenhöhle eine Anzahl contractiler baumförmiger Kiemen.

Die Nautilinen haben vier, die übrigen Cephalopoden zwei pyramidenförmige Kiemen, die, mit der freien Spitze nach oben gerichtet, in der Mantelhöhle liegen und an dem Mantel befestigt sind. Die Kiemenarterie befindet sich an der dem Mantel verbundenen, die Vene an der gegenüberliegenden freien Kante, und die Gefässe zwischen beiden Stämmen verbreiten sich entweder auf zahlreichen dreieckigen Blättchen (bei den Naut. und Lolig.), oder die Gefässe bilden Bogen, auf deren convexem Rande eine Menge Hautfalten stehen. Beim Mangel von Flimmerorganen geht die Wassererneuerung nur durch die regelmässigen Athembewegungen vor sich. Das bei geöffnetem Mantel zu beiden Seiten des Trichters eintretende Wasser wird, indem sich der Mantelrand an den Körper anlegt, durch den Trichter ausgespritzt.

e) Harnorgane und Purpurdrüse. Die Niere der Bivalven ist schon lange als die sogenannte Bojanus'sche Drüse bekannt, obgleich sie die verschiedensten Deutungen hat erfahren müssen (Schleimdrüse nach Cuvier, Lunge nach Bojanus u. a.). Sie ist paarig und liegt am Rücken unter dem Herzen und nach dem hinteren Schliessmuskel zu. Ihre Farbe ist bräunlich oder schwarzgrün. Das Excret wird in die Mantelhöhle ergossen, und häufig fallen Harn- und Ge-

schlechtsmündungen zusammen (z. B. bei *Tellina*, *Cardium*, *Pinna*) oder liegen nahe bei einander. Inwendig sind die Nierensäcke durch viele Falten in vollständige oder unvollständige Fächer getheilt, deren Oberfläche wimpert, und auf deren Wandungen sich ein Blutgefässnetz ausbreitet. Das Blut kommt aus den venösen Behältern, in welchen es sich vor dem Eintritt in die Kiemen ansammelt. Nicht selten strotzt das Nierenparenchym von unregelmässigen, körnigen Harnconcrementen, die übrigens nie fehlen und sich in den Epithelialzellen neben den Zellkernen bilden.

Auch bei den Cephalophoren sind die Harnorgane fast allgemein nachgewiesen. Sehr leicht kann man sich bei den Lungenschnecken die Niere zur Anschauung bringen, vorzüglich bei den Gehäuseschnecken (*Helix*), wo sie, von dreieckiger Gestalt und gelblicher Farbe, rechts vom Herzen im Grunde des Lungensackes liegt. Ihr Ausführungsgang verläuft neben dem Mastdarm. Im Inneren der Niere werden durch Falten, von den äusseren Wandungen entspringend, theils unvollkommene, theils vollständig getrennte Fächer gebildet, aus denen kleine Oeffnungen in den gemeinschaftlichen, zur Urethra führenden Gang münden. Bei den Limacinen liegt die wulstförmige Niere um den Herzbeutel.

Nachdem in den sogenannten schwammigen Körpern, den drüsigen, büschelförmigen Anhängen der grossen Venenstämme der Cephalopoden Harnsäure nachgewiesen, sind diese Organe mit Sicherheit als die Nieren dieser Thiere zu betrachten. Sie sind mit einer umgestülpten Drüse verglichen worden, indem die secernirende Fläche die Gefässverzweigungen von aussen umgiebt.

Diese Venenanhänge liegen in zwei Säcken, welche sich dem Bojanus'schen Organ der Muscheln vergleichen lassen und Wasser aufnehmen, ohne mit dem venösen Sinus des Eingeweidesackes in Verbindung zu stehn.

Auch die sogenannten Kiemenherzen der Loliginen und Octopoden sind nichts weniger als Herzen, sondern müssen den Harnorganen zugezählt werden. Sie sind nicht von muskulöser Beschaffenheit, sondern in ihren maschigen Wandungen finden sich ganz ähnliche Concremente, wie bei den Helicinen.

Ein lange mit der Niere zusammengeworfenes Organ ist die Purpurdrüse, welche sich u. a. bei den mittelmeerischen Arten von *Purpura* und *Murex* findet. Die blass-grünlich-gelbe Drüse, von länglicher Gestalt, liegt auf dem Mastdarm und endigt kurz vor der Analöffnung.

Geschlechtsorgane.

Nur wenige Lamellibranchiaten, *Cyclas*, *Clavagella*, *Pecten*, *Ostrea* sind hermaphroditisch. Hoden und Eierstöcke liegen jederseits zwischen den Eingeweiden. Bei den übrigen Lamellibranchiaten aber, also der grossen Mehrzahl, sind die Geschlechter getrennt, obwohl ausser der Brunstzeit nur selten zu unterscheiden. Auch hier liegen die beiden Hoden oder Ovarien im Abdomen, unter der Leber und um die Darmwindungen herum. Ihre Ausführungsgänge münden entweder neben den Mündungen der Niere in die Mantelhöhle oder sogar in die Nierenhöhle selbst. Durch das Flimmerepithelium der Mantelhöhle werden bei den Najaden die Eier zwischen die Lamellen der äusseren Kiemenblätter geführt, und die Kiemenfächer versehen somit die Stelle eines Uterus. Auch der Samen gelangt

(wie schon oben bemerkt) dorthin. Die weiblichen Individuen von *Anodonta* sind durch die bedeutende Ausbuchtung der Schalen kenntlich, in welchen die bei der Entwicklung der Brut sehr anschwellenden Kiemenblätter Platz finden.

Die Cephalophoren sind theils Hermaphroditen, theils getrennten Geschlechts; in beiden Abtheilungen kann man an den weiblichen Zeugungsorganen ziemlich allgemein einen Eierstock, Eiweissdrüse, Eileiter, Uterus, Scheide und *receptaculum seminis* unterscheiden, an den männlichen den Hoden, *vas deferens*, *ductus eiaculatorius*, *penis*, wozu namentlich bei den Zwittern noch mehrere in den gemeinschaftlichen Geschlechtsausführungsgang mündende Drüsen kommen.

### Geschlechtsorgane der hermaphroditischen Cephalophoren.

Hermaphrodische Schnecken sind die Ruderschnecken, Hinterkiemer und Lungenschnecken. Alle zeichnen sich durch die sogenannte Zwitterdrüse aus.

Abgesehen von den Fällen (*Janus*, *Calliopaea*, *Actaeon*), wo Hodenfollikel und Eierstoksfollikel vollständig aus einander gelegt sind, beide aber einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang haben, scheinen zwei Hauptformen der eigentlichen Zwitterdrüsenbildung angenommen werden zu müssen. In dem einen Falle, bei den Pteropoden und Nacktkiemern (nachweislich *Cymbulia*, *Tritonia*), besteht die Drüse aus besonderen Samenschläuchen und Eifollikeln, welche letztere blosse Ausbuchtungen der ersteren sind. Bei *Cymbulia* fällt die männliche Reife und Brunst des Individuums vor die weibliche,

und solche zeitliche Verschiedenheit der Brunst ist wahrscheinlich bei vielen Zwitterschnecken vorhanden und bedingt die gegenseitige Befruchtung. In dem anderen Falle, der bei den Lungenschnecken Regel zu sein scheint, finden sich wahre Zwitterfollikeln, in deren Wandungen die Eier sich bilden, während die Samenelemente in der Höhlung der Schläuche entstehen; oder auch beide, sowohl die Eikeime als die Samenbildungszellen gehen durch Abschnürung aus dem einfachen Epithel hervor.

Bei den Pulmonaten existirt auch für Samen und Eier nur ein einziger gemeinsamer Ausführungsgang, und dies dürfte das allgemeine Verhalten sein. Von da an, wo der anfänglich gemeinsame Gang sich spaltet, weichen die Familien und Gattungen vielfältig von einander ab. Häufig geht das *vas deferens* von der *tuba* ab, ehe diese in den Uterus übergeht, und verläuft ganz isolirt mit mehreren Windungen und Biegungen zum Penis. Oder das *vas deferens* verlässt die *tuba* an der Uebergangsstelle in den Uterus, läuft aber als eine Rinne oder Halbkanal an dem Uterus hinab, entweder bis zur gemeinschaftlichen Geschlechtsöffnung (z. B. bei *Aplysia*), oder nur bis zu einer gewissen Stelle des Uterus, von wo es selbständig nach dem Penis überführt (Pulmonaten).

Da, wo der Eiergang sich in den Uterus inserirt, mündet auch sehr häufig eine ansehnliche weissliche, oft zungenförmige Drüse, die vermuthlich dazu dient, die Eier nach der Begattung weiter auszubilden und ihnen das Eiweiss zu liefern. Sie kann also Eiweissdrüse genannt werden.

Der Uterus ist bei den Pulmonaten ein langer, gedrehter und mit vielen Querfalten versehener Schlauch,

bei anderen ist er nur kurz. Er geht in die Scheide über.

In diese münden noch mehrere Schläuche und Drüsen, von denen man namentlich die Samentasche (*receptaculum seminis*) erkannt hat. Diess ist eine birnförmige Blase mit einem längeren oder kürzeren hohlen Stiele, welche zur Aufnahme des Samens dient. Von hier aus wandert er jedoch bei den Helicinen (wie? ist unbekannt) in einen oder zwei Blindsäcke am Uterus neben der Eiweissdrüse. Bei den Helicinen ist unterhalb der Mündung des *receptaculum seminis* ein cylindrischer Sack gelegen, der Pfeilsack, in dessen Höhle sich der sogenannte Liebespfeil bildet, welcher wahrscheinlich als Reizorgan dient. Die beiden Büschel von Blindsäcken oder die wenigen Blindsäcke, welche sich am Grunde des Pfeilsackes inseriren, die fingerförmigen Drüsen, scheinen das Material der Kalkpfeile zu liefern.

Den männlichen Geschlechtsapparat angehend, haben wir noch zu bemerken, dass man eine Drüsemasse, welche bei mehreren Schnecken (*Pleurobranchaea*, *Thetis*. *Limnaeus stagnalis* u. a.) das *vas deferens*, bald nachdem es den Eileiter verlassen, umgiebt, als *prostata* betrachtet.

Als männliches Begattungsorgan ist gewöhnlich eine hervorstülpbare Ruthe vorhanden, welche entweder (*Gymnobranchia*) in einem besonderen *praeputium* steckt, oder frei in der Leibeshöhle liegt und häufig (bei vielen Helixarten u. a.) nach hinten in einen geisselförmigen Anhang, *flagellum*, übergeht, der hohl ist, jedoch nicht umgestülpt wird. Es bildet sich darin der Endfaden der Spermatophoren, deren dicker Vordertheil im hinteren Theile des Penis entsteht.

Die **äusseren Oeffnungen** der Geschlechtsorgane liegen meist auf der rechten Seite, seltener (*Limnaeus*, *Planorbis*, *Physa*) auf der linken Seite des Halses. Theils ist eine gemeinschaftliche Geschlechtskloake vorhanden (*Helix*, *Limax* u. a.), theils liegt die Oeffnung des Penis vor der Scheidenmündung (*Limnaeus*, *Planorbis* u. a.), theils auch ist zwar eine gemeinschaftliche Geschlechtskloake da, der Penis aber liegt weit davon entfernt, meist neben dem Schlundkopf unter dem rechten Fühler, und der Same wird durch eine äussere Rinne von der Geschlechtsmündung bis zur Ruthenöffnung geleitet.

### Geschlechtsorgane der nicht hermaphroditischen Cephalophoren.

Zu dieser Abtheilung gehören die **Kielfüsser** und **Vorderkiemer**.

Im Allgemeinen finden sich bei jedem Individuum entweder die männlichen oder die weiblichen Geschlechtswerkzeuge in der Art, wie wir sie verbunden bei den Hermaphroditen sehen. **Hode** und **Eierstock** liegt gleichfalls in der Lebersubstanz eingebettet, und ein einfacher, nur ausnahmsweise bei *Chiton* doppelter Ausführungsgang begiebt sich als *vas deferens* oder *tuba Fallopii* nach vorn, meist auf der rechten Seite. Nimmt der Eileiter (bei den Gasteropoden) eine drüsige Beschaffenheit an, so nennt man ihn **Uterus**. Die mancherlei drüsigen Anhänge, sowie das *receptaculum seminis* sind bei Weitem nicht so verbreitet, als bei der vorigen Abtheilung. Von den einheimischen Schnecken besitzt jedoch *Paludina vivipara* die zungenförmige Drüse und ein kurzes *receptaculum seminis*.

Die meisten dieser Cephalophoren (*Ctenobranchia, Operculata*, mehrere *Heteropoda*) sind mit einem Penis versehen, in welchen das *vas deferens* einmündet.

Alle Cephalopoden sind getrennten Geschlechts. Der einfache Eierstock liegt im Grunde des Mantels, lose von einer derben Eierstockskapsel umgeben. Die Eier, die während ihrer Bildung im Ovarium von einem, dem Eierstock angehörigen Ueberzuge, der Eikapsel, umhüllt sind, fallen, nachdem diese Hülle geplatzt, in die Eierstockskapsel und werden durch einen oder zwei, am Grunde des Trichters neben dem Mastdarm mündende Eileiter entleert. Drüsige Anschwellungen, welche bei den Loliginen an den Oviducten in der Nähe der Mündung, bei den Octopoden in der Mitte der Oviducte sich finden, sondern wahrscheinlich die mannichfaltigen Hüllen des Laiches ab. Auch die sogenannten Nidamental-Drüsen der Loliginen, auf dem Tintenbeutel liegend, haben vielleicht eine ähnliche Bedeutung.

Die männlichen Geschlechtswerkzeuge sind bei denjenigen Cephalopodenarten, wo die Männchen den Weibchen an Grösse und Gestalt gleich kommen, so angeordnet: Der einfache, wie der am Eierstock gelegene Hode ist von einer Hodenkapsel umgeben. Das von der Kapsel ausgehende *vas deferens* nimmt nach einem vielfach gewundenen Verlaufe in seinen Wandungen eine drüsige Beschaffenheit an und an dem oberen Ende die Mündung eines oder zweier drüsigen Schläuche auf. Etwas weiter nach oben geht es in das vordere Ende eines weiten Sackes, der *bursa Needhamii* über, und die Fortsetzung derselben, der *ductus eiaculatorius*, endigt links vom Mastdarm mit einem kurzen Penis. Höchst eigen-

thümlich verhalten sich nun die Samenschläuche oder Spermatophoren, in denen der Samen entleert wird. Ihre Bildung beginnt in dem oberen drüsigen Theile des *vas deferens*, und wahrscheinlich liefert der dort einmündende Blindsack den Stoff dazu. Fertig liegen sie in grösserer Menge in der *bursa Needhamii*. Sie bestehen aus einer derbhäutigen cylindrischen Hülle, die am unteren Ende kolbenförmig angeschwollen ist, und zwei in dieser enthaltenen verschiedenartigen Theilen. Im Vorderende des Samenschlauches liegt eine, von einer besonderen häutigen Hülle eingeschlossene Portion Samen, im Hinterende ein mit diesem Samensacke verbundener Ausschnellungsapparat, hauptsächlich ein spiralig gewundenes Band. Sobald durch die Begattung ein Samenschlauch in die Mantelhöhle des Weibchens gelangt ist, saugt er Wasser auf bis zum Platzen, worauf der Spiralfaden ausschnellt und die Samenportion nach sich zieht. Die Befruchtung geht in der Eierstockskapsel vor sich, wohin der Same wahrscheinlich durch die Eileiter gelangt.

Die Männchen der meisten Cephalopoden besitzen einen sogenannten hectocotylisirten Arm [1]), am merkwürdigsten ausgebildet bei *Argonauta*, *Octopus granulosus Lmk.* (*O. Carenae Ver.*) und *Tremoctopus violaceus*. Hier entwickelt sich dieser zur Aufbewahrung des

1) *Argonauta* — 3. linker Arm; *Tremoctopus*, *Octopus*, und *Heledone* — 3. rechter Arm; *Rossia* — 1. linker Arm mit dem rechten nur in der Mitte; *Sepiola* — 1. linker Arm in ganzer Länge; *Sepia* — 4. linker Arm am Grunde; *Sepiotheutis* und *Loligo* — 4. linker Arm an der Spitze; *Loliolus* — 4. linker Arm in ganzer Länge.

Ohne hectocotylisirten Arm sind *Ommatostrephes*, *Onychotheutis* und *Loligopsis*.

Samens und Vermittlung der Begattung bestimmte Arm (*Hectocotylus*) in einem Säckchen, welches später platzt und, mit dem Rücken des Hectocotylus verbunden, sich umstülpt, und bei dem Hectocotylus von *Argonauta* und *Octopus* als pigmentirte Rückenkapsel bleibt. Der Arm besteht aus einem dickeren napftragenden Theile und einem dünneren, geisselförmigen. welcher die unmittelbar Fortsetzung der Axe des ersteren ist und als Penis fungirt. Der dickere Theil stimmt seiner Structur nach mit einem gewöhnlichen Arme überein, namentlich in Betreff der Nerven und Gefässe. Ausserdem aber findet sich darin eine, die Spermatophoren aufnehmende Samenkapsel, deren Höhlung sich fast bis an das Ende des Penis fortsetzt und hier ausmündet, während die Spermatophoren durch eine in der Rückenkapsel befindliche Oeffnung hineingelangen. Im Hinterleibe der Männchen nämlich liegen die eigentlichen Geschlechtsorgane, die in nichts Wesentlichem von denen anderer Cephalopoden abweichen, und in deren einem Theile auch die Spermatophoren sich bilden. Auf welche Weise die Spermatophore, welche bei *Oct. carena* ausserordentlich lang ist (3″), durch jene äussere Oeffnung in den Samenschlauch des Hectocotylus gelangt, ist nicht vollständig ermittelt. Wahrscheinlich unter einer Umarmung reisst der Hectocotylusarm los, und vermag nun in höchst merkwürdiger, an Individualität streifender Selbständigkeit den Penis in die weibliche Geschlechtsöffnung einzusenken, mehrere Tage hindurch seine Lebensfähigkeit bewahrend.

Wie gesagt, haben die meisten anderen Gattungen ebenfalls einen Hectocotylusarm, jedoch weniger auffallend ausgebildet. Derselbe fungirt als Begattungsorgan.

**Entwicklung.** Berücksichtigen wir zunächst die **Acephalen** und **Cephalophoren**, so sind, wie gewöhnlich, drei Perioden ihrer Entwicklung zu unterscheiden, die der Embryonalbildung, des Larvenstadiums und der Metamorphose. Die **Furchung** führt nur selten zur Herstellung eines gleichmässigen Blastoderms (primordiale Furchung bei *Limnaea*), sondern ist häufiger ungleichmässig. Daraus folgt ein sehr verschiedenes Aussehn der nun folgenden Einstülpungen und **Gastrula**-bildungen, die aber, selbst die scheinbar ganz exceptionellen Najaden eingerechnet, in Zusammenhang zu bringen sind und die Einheit des Stammes bekunden [1]). Aus dem **Ectoderm** gehn natürlich die Hautbedeckungen und **Mantel**, später die **Athmungswerkzeuge** als Faltungen und Vertiefungen hervor; ein Zellenwulst giebt den **Fuss**. Das für beide Klassen charakteristische **Velum** oder **Segel**, dem Fusse fast diametral gegenüber, ist bei den Lamellibranchieen eine einfache Scheibe oder Lappen, das bei *Pisidium* sehr rudimentär, bei den Najaden kaum noch in den die Drehungen des Embryo im Ei bewirkenden Wimpern erkannt werden kann. Bei den meisten Cephalophoren ist es zweitheilig. Es ist bei den pelagischen Formen am stärksten entfaltet, bei *Firola* mit 4, bei *Atlanta* u. a. mit 6 Lappen. Geringer ist es bei den Süsswasser-Pulmonaten, fast oder ganz reducirt bei den Landschnecken. In einer Vertiefung oder taschen-

1) Gegen die Einheit des Molluskentypus ist **Jhering** (Z. f. wiss. Zool. XXVI). „Eins der drei Phylen bilden die **Lamellibranchiaten**, ein anderes die Prosobranchien, welche ich wegen ihrer Abstammung von Gliederwürmern **Arthrocochliden** nenne, und das dritte sind die **Platycochliden**, welche von Plattwürmern abzuleiten sind (Opistobranchien. Pulmonaten. Pteropoden. Cephalopoden)." (Ders., Versuch e. nat. Syst. d. Mollusken. 1876).

förmigen Abschnürung bildet sich die Schale; auch entstehn die Sinnesorgane und die Haupt-Ganglien durch Abschnürungen des Ectoderms.

Eine mittlere Keimschicht, Mesoderm, scheint sich vorzugsweise vom Ectoderm abzusondern und giebt, anfänglich in Form gestreckter Zellen, die Muskulatur.

Wie erwähnt, ist die Furchung in der Regel ungleichmässig, die zur Einstülpung und zum Entoderm bestimmte Hälfte des „Nahrungsdotters" besteht aus grösseren, oft nur wenigen Zellen. Sie geben das Material oder auch direct die Anlage des Darmkanals und der Leber. Doch senkt sich bei den Heteropoden der primitive Mund ein und es kommt noch ein späterer Einschlag des Ectoderms als Oesophagus und Radula-Scheide dazu.

Besondere Aufmerksamkeit verdient die embryonale Blutcirculation der Lungenschnecken, welche bei den Wasserpulmonaten durch die Zusammenziehungen des Fusses, bei den Landpulmonaten durch eine Blase am Ende des Fusses geästelt wird. Auch zeichnen sich diese durch eine provisorische Niere aus.

Ist somit in der Anlage des Molluskenleibes, so weit es sich zunächst um die beiden niedrigen Abtheilungen handelt, die zu erwartende Homologie nicht zu verkennen, so ist doch die Aufeinanderfolge der Organe in der Entwicklung sehr ungleich. Die Erklärung dieser auffallenden Erscheinung muss wohl darin gesucht werden, dass keines jener oben genannten Organe schon während der Embryonalzeit für das Gesammtresultat der Entwicklung von fundamentaler Bedeutung ist, daher Verschiebungen in der Reihenfolge des Auftretens leicht durch äussere

Veranlassungen herbeigeführt und durch Vererbung fixirt werden konnten.

Während der oben berührten Bildungsvorgänge oder nach Abschluss derselben ist der Embryo in das Larvenstadium eingetreten, am prägnantesten die Formen mit wohl entwickeltem Segel, während die Gattungen mit mangelndem oder rudimentärem Segel mehr oder weniger direct in den definitiven Zustand übergehn[1]. Als Larvenorgan kommt für die Nacktkiemer ein zierliches, ein kahn- oder pantoffelförmiges Gehäus hinzu, welches durch ein auf dem Rücken des Fusses befindliches Deckelchen geschlossen wird.

Demnach besteht die Metamorphose wesentlich in der Ausbildung des Fusses und dem Schwund des Segels.

Die Entwicklung der Cephalopoden gewinnt von Anfang an dadurch ein fremdartiges Aussehn, dass die eigentliche primitive Eizelle flach dem grossen Ballen Nahrungsdotter aufliegt, und dass von jener aus durch Zellenvermehrung (partielle Furchung) ein einschichtiges den Nahrungsdotter umwachsendes Blastoderm entsteht, das Ectoderm. Von diesem spaltet sich eine zweite Zellenschicht, das Mesoderm, ab, welches in die Hautmuskel- und in die Darmfaserschicht zerfällt. Die Darmanlage, Entoderm, entsteht aus zwei Einstülpungen des Ectoderms von Mund und After aus, die sich entgegenwachsen. Der Dotter liegt ausserhalb dieser Röhren frei in der Leibeshöhle. Nach Ussow, welcher obige Anlage

1) Ueber die eigenthümlich abweichenden Najaden s. Flemming, Studien in der Entwicklungsgeschichte der Najaden. Wiener acad. Sitzungsber. 4. Febr. 1875 und Nachtrag in Zeitsch. f. w. Zool. XXVI. S. 355.

bei *Sepia officinalis, Sepiola Rondeletii, Loligo sagittata* und *Argonauta Argo* beobachtete, betheiligen sich die Blätter beim Aufbau der Organe in folgender Weise:

1) Ectoderm. Schalentasche. Oberhaut des ganzen Körpers, des Trichters und der Kiemen. Augen. Gehör- und Geruchsorgane. Pericardium. Alle Knorpel.

2) Hautmuskelschicht. Cutis. Bauchfell. Kiemen. Arme mit den Saugnäpfen. Muskeln. Kiemenherzen. Nieren. Blutgefässe. Geschmacksorgane. Hülle der Gehörorgane. Peripherisches und centrales Nervensystem.

3) Darmfaserschicht. Die Wände des centralen Kreislaufsystems. Vorhöfe. Herzkammer. Muskelschicht des Darmes und des Tintenbeutels.

4) Entoderm d. i. eingestülptes oberes Keimblatt. Inneres Epithel des Darmkanals und seiner Nebenorgane, des Blinddarmes, der Leber, der Speicheldrüsen und des Tintenbeutels

# VII. Tunicata. Mantelthiere. Urwirbelthiere[1]).

Die Anatomie der Salpen ist besonders behandelt von H. Müller, in Z. f. w. Zool. 1853, und von Leukart, in Zoologische Untersuchungen. Giessen 1854. II;

---

1) Von der Entdeckung der „Segmentalorgane" der Wirbelthiere (s. u.) ausgehend hält Semper nicht die Tunicaten, sondern die Anneliden für die nächsten Verwandten der Wirbelthiere. Unter der Voraussetzung, dass die nach unten gekehrte Seite des Gliederwurmes morphologisch dem Rücken entspricht, hat er seine Ansichten in folgenden Sätzen zusammengefasst:

1. Das centrale Nervensystem entsteht ungegliedert aus dem Ectoderm.

2. Mit ihm verbinden sich aus den Ursegmenten, also gleich von vornherein gegliedert entstehende Spinalganglien.

3. Die Gliederthiere haben in ihrem Rumpftheil Spinalnerven des Bauchmarks mit doppelten Wurzeln, wie die Wirbelthiere.

4. Das dorsale Schlundganglion der Gliederthiere entsteht nicht auf dem Rücken; ein morphologischer Gegensatz zwischen ihm und dem Bauchmark besteht nicht.

5. Bei Anneliden, Arthropoden und Vertebraten lassen sich Kopf- und Rumpfsegmente von einander unterscheiden; bei allen stösst das jüngste Kopfglied an das älteste Rumpfglied an.

6. Bei Anneliden (Arthropoden?), wie bei Vertebraten ist der Typus der Gesammtorganisation bezeichnet durch die evolutio bigemina (v. Baer).

7. Unter dem Nervensystem liegt bei Anneliden ein Zellstrang (chorda dorsalis?), welcher die Axe bezeichnet, von der aus die beiden Muskelröhren sich um den Darm und das centrale Nervensystem herumkrümmen.

8. Unter diesem Zellstrang und über dem Darm liegt bei Annulaten ein Gefäss, in welchem alle Klappen fehlen und in dem der Blutstrom von vorn nach hinten geht — genau wie in der Aorta der Vertebraten.

Ferner
Die Anatomie der Ascidien von
van Beneden, *Mém. de l' Acad. R. Bruxelles* 1847 und
Milne Edwards, *Observations sur les Ascidies composées de la Manche*. 1844.
Keferstein u. Ehlers in zoolog. Beiträge. 1861.
Fol, *Etudes sur les Appendiculaires*. 1872.
Kowalevsky, Entwicklungsgeschichte der einfachen Ascidien *Mémoires de l'Ac. de St. Petersbourg*. 1866); dazu mehrere Abhandlungen von Kupfer und Kowalevsky im Archiv für microsc. Anatomie. Ferner von Giard und Lacaze-Duthiers in den *Archives de Zool. expérim.*

---

## Systematische Uebersicht über die Mantelthiere.

Tonnen- oder sackförmiger Körper mit dicker, fast immer mit zwei Oeffnungen versehener Mantelhülle, worin Cellulose (Pflanzenzellmembranstoff) als Intercellularstoff enthalten. Die Mundöffnung im Grunde einer weiten sich aussen öffnenden Kiemenhöhle.

1. **Ordnung.** *Appendiculariae.* Frei schwimmend, mit einem bleibenden Ruderschwanz. Kiemenhöhle mit nur einer Oeffnung.

   *Appendicularia.*

2. **Ordnung.** *Salpae.* Frei schwimmend mit polar entgegengesetzten Oeffnungen der Mantel- (Kiemen-) Höhle.

   *Doliolum.* Aus dem Ei ein vollständig ausgebildetes geschlechtsloses Individuum. Es erzeugt auf einem ventralen Keimstock Individuen (zweite Generation), aus deren dorsa-

---

9. Das sogenannte Rückengefäss der Annulaten entspricht dem Herzen der Wirbelthiere; es liegt unter dem Darme, in ihm bewegt sich das Blut von hinten nach vorn, es ist das einzige Gefäss, welches Klappen enthält und nie seine Contractilität aufgiebt. Es ist immer ein venöses Herz. Dies ist der embryonale Typus des Herzens der Wirbelthiere.

10. Die äusseren Kiemen der Anneliden und Arthropoden erhalten ihr venöses Blut, wie bei Wirbelthieren, direct aus dem Herzen.

11. Die Segmentalorgane der Anneliden entstehen auf der Neuralseite dicht neben dem Axenstrang und Nervensystem — genau, wie die Segmentalorgane bei Wirbelthieren.

lem Keimstock die Geschlechtsthiere (dritte Generation) entstehen.

*Pyrosoma.* Feuerzapfen. Viele Einzelthiere in einer gemeinsamen festen Hülle bilden einen Stock in Form eines, an einem Ende geschlossenen Hohlcylinders. Zwitter. Aus dem Ei ein unvollständiger Embryo. Derselbe producirt durch Knospung vier Individuen (zweite Generation), welche auf einem dorsalen Keimstock die Geschlechtsindividuen (dritte Generation) entwickeln, die Grundlage der Kolonie.

*Salpa.* Die Geschlechtsthiere zweireihig in Ketten vereinigt. Das Ei zerfällt in eine sogenannte Placenta und den eigentlichen Embryo (zweite Generation), aus dessen dorsalem Keimstock die Geschlechts- oder Kettenindividuen (dritte Generation) entsprossen.

**3. Ordnung.** *Ascidiae.* Festsitzende Mantelthiere. Die aus dem Ei hervorgehende Larve bewegt sich mit Hülfe eines Ruderschwanzes. Nach Verlust desselben setzt sich das Thier fest. Die Mantelöffnungen nicht entgegengesetzt.

a) *Ascidiae simplices.* Einfache Ascidien. Einzelthiere. *Cynthia. Ascidia. Phallusia.*

b) *Ascidiae sociales.* Gesellige Ascidien. Aestige Familienstöcke mit grösserer Selbständigkeit der Individuen. Generationswechsel.

*Clavellina.*

c) *Ascidiae compositae.* Zusammengesetzte Ascidien. Zahlreiche durch Knospung entstehende Individuen sind zu massigen oder lappigen Familienstöcken verbunden. Generationswechsel.

*Botryllus. Didemnum. Amarucium.*

---

Haut und Mantel. Die Haut oder die eigentliche, die Organe zunächst umgebende Hülle ist von zelliger Beschaffenheit, in sehr verschiedenem Grade der Entwicklung. So gleicht sie bei *Doliolum* den Doppelwänden eines Fasses, welche, unbedeutende Verbindungsfäden abgerechnet, nur an den Körpermündungen in einander übergehen und zwischen sich die Blutmasse und die Eingeweide — die Kiemen abgerechnet — enthalten,

während bei den Salpen eine bindegewebige Zwischenmasse mit Blutlacunen vorhanden ist. *Doliolum* hat ausserdem keine zweite Hülle. Bei den übrigen findet sich der aus Zellen und Zwischenmasse bestehende Mantel, welcher auch nur an den Oeffnungen in engerer Continuität mit der Haut ist, und welchem nach Wachsthum, mikroskopischer und chemischer Beschaffenheit auch die gemeinsame Hülle der Pyrosomen und zusammengesetzten Ascidien entspricht. Zu einem sehr merkwürdigen, an die Brachiopodenschale erinnernden Gehäus mit Deckel hat sich der Mantel einer Ascidie des Mittelmeeres, *Chevreulius callensis*, entwickelt.

Die Muskulatur ist besonders bei den schwimmenden Tunicaten entwickelt und besteht aus starken Sphincteren der Leibesöffnungen nebst zwischen ihnen liegenden, den Tonnenbändern gleichenden Ringmuskeln. Dieselben liegen bei *Doliolum* an der Innenseite, bei *Salpa* und *Pyrosoma* an der äusseren Seite der inneren Haut.

Ernährungsapparat. Der in einen Knäuel gewundene Verdauungskanal der Salpen bildet den durch seine Färbung hervorstechenden sogenannten *nucleus*. Ein Paar Falten in der Bauchwand der Kiemenhöhle bilden eine mit längeren Cilien und festeren Wandungen ausgestattete Rinne, den Endostyl, bis zu der von Lippen umgebenen Mundöffnung, welche unmittelbar in den Darmkanal führt. Dieser ist ohne Magen und öffnet sich nicht weit vom Munde wieder in die Kiemenhöhle. Auch bei den meisten Ascidiën findet sich in der grossen Respirationshöhle in deren Grunde die Mundöffnung liegt, eine ähnliche Rinne. Auf einen kurzen, weiten Schlund folgt ein starke Längsfalten zei-

gender Magen. Der Darm ragt hinter dem Magen etwas in die Leibeshöhle hinab, biegt dann wieder nach oben, und die, wie die Athemöffnung, mit Tentakeln umgebene Afteröffnung liegt in der Nähe von jener. Besonders bei den Ascidien findet in der Umgebung des Magens eine Anhäufung von Drüsenzellen statt, deren Secret mit die Verdauung beeinflussen dürfte.

Wie schon oben angedeutet, ist das Blut in den weiteren oder engeren, dann gefässartigen Lacunen der Leibeshöhle enthalten. Nur ein Herz ist immer vorhanden, bei den Salpen ein Schlauch in der Nähe des Nucleus, bei den Ascidien ein längerer Schlauch in der hinteren Körperabtheilung, mit einer hinteren und vorderen Gefässfortsetzung, welche sich in das wandungslose Lacunensystem öffnen. Durch die wellenförmigen Zusammenziehungen des Herzens wird um so weniger eine regelmässige Circulation bewirkt, als diese Contractionen, ähnlich wie in den Hauptgefässen der Egel, von Zeit zu Zeit umsetzen.

Die Salpen haben eine einfache schräg durch die Mantelhöhle ausgespannte Kieme. Der Wasserwechsel wird theils durch den Cilienbesatz der Kieme, namentlich aber durch die Contractionen der Schwimmhöhle besorgt. Bei den Ascidien erscheint die Kieme in Form eines grossen, mit einer einfachen Oeffnung oder kurzen Röhre versehenen Athemsackes, durch welchen auch die Nahrung gehen muss. Die Haut dieser Respirationshöhle zeigt sehr regelmässige Längs- und Querleisten, wodurch sie in lauter viereckige Falten und ein wimperndes Gitterwerk getheilt wird, worin sich die Blutkanäle befinden. Zwei grössere sinusartige Kanäle in den Kurvaturen des Athmensackes sind die Stämme von

Querkanälen, auf denen Längskanäle senkrecht stehen. Die Kiemenspalten öffnen sich in eine besondere Peritonealhöhle, wovon die Kloake eine Aussackung bildet.

Das Nervensystem der ausgewachsenen Tunicaten erscheint ganz auffallend reducirt in Vergleich zu der Ausdehnung, welche es bei den Embryonen und Larven, namentlich der Ascidien hat. Es liegt bei diesen als ein immer noch ansehnliches Ganglion in dem Winkel zwischen den beiden Körperöffnungen, bei den Salpen und Verwandten an der Rückenseite, d. h. der dem Eingeweideknäuel entgegengesetzten, unweit der Eingangsöffnung in die Kiemenhöhle. Mit ihm pflegen eigenthümliche, aber ihrer Function nach unklare Sinnesorgane unmittelbar in Verbindung zu stehen (s. unten bei Entwicklung).

Fortpflanzung und Entwicklung. Bei den Tunicaten herrscht die Zwitterbildung vor, jedoch liegt oft, z. B. bei den Salpen, der Eintritt der weiblichen von der männlichen Geschlechtsreife so weit entfernt, dass die eine schon abgelaufen, ehe die andere sich einstellt. Und zwar sind bei den Salpen die Individuen der Salpenketten die Geschlechtsthiere. Bei den Ascidien liegt ein länglicher, gelblicher Eierstock in der Leibeshöhle, dessen Ausführungsgang neben dem Mastdarm in die Höhe steigt und sich in die Cloake öffnet. Eine zweite weissliche Drüsenmasse, neben und unterhalb dem Ovarium gelegen, ist der Hode. Das *vas deferens* verläuft neben dem Eileiter. Nur die Gattung *Cynthia* weicht hiervon ab, indem ihre Geschlechtsdrüsen (vielleicht nur Eierstöcke) mit besonderen Ausführungs-

gängen zwischen Kiemen- und Muskelschlauch sich befinden.

Wie oben angedeutet sind bei den neugeborenen (Ketten-) Salpen die Hoden noch gar nicht sichtbar; es können sich daher nur Salpen verschiedener Ketten befruchten. Dagegen entstehen die Eier schon sehr früh. Einige Salpen (S. *zonaria* und *microstoma*) haben 3 bis 5 Eier, die meisten nur eins, das in einer besonderen Eikapsel (Eierstock) liegt. Der Stiel dieser Kapsel verkürzt sich nach der Befruchtung, und dadurch wird mit dem Ei eine zapfen- oder beerenförmige Auftreibung der inneren epithelialen Haut der Athemhöhle gebildet.

Nach totaler Furchung entsteht in dieser allgemeinen Embryonalanlage eine centrale Höhle, die „primitive Darmhöhle", und darauf geht aus dem ganzen primitiven Embryo durch eine Abschnürung die sogenannte Placenta, (die untere Hälfte) und der eigentliche Embryo hervor. Die Höhlung des Fruchtkuchens, aus dem primitiven Darm hervorgegangen, steht in unmittelbarer Verbindung mit der Kiemenhöhle und den Kiemenwandungen des Embryo und dient zur Vermittlung der Ernährung zwischen Mutter und Frucht, ohne das zwischen der Leibeshöhle des Mutterthieres und der Höhle der Placenta eine directe Communication statt findet. Die Organe des Embryo gehen wesentlich aus drei Zellenhaufen hervor. Aus dem vorderen entspringt das Nervensystem, welches wie bei den Ascidienembryonen, in dem anfänglichen Stadium weit ausgedehnter ist, als im erwachsenen Thiere und dort aus drei hinter einander liegenden Blasen besteht. Dieselben nehmen in ihrer grössten Entwicklung zwei Drittel der ganzen Länge des

Embroy ein. Der zweite Zellenhaufen wird zur Cloakenblase, der dritte zum Herzen, während der Darmkanal eine Ausstülpung der primitiven Darmhöhle ist. Zu erwähnen ist noch ein zelliges Embryonalorgan, der Oelkuchen oder Elaeoblast.

Der reife Embryo reisst sich von seiner Anheftungsstelle los und wird aus der mütterlichen Athemhöhle durch die Cloakenöffnung entleert.

Diese solitären Salpen sind Ammen, von den Ammen der meisten Thiere durch ihre hohe Entwicklung abweichend. Sie gleichen der Geschlechtsgeneration äusserlich bis auf geringe Abweichungen, wegen welcher sie von den meisten früheren Forschern als besondere Arten bezeichnet worden sind. Ihr Fortpflanzungsorgan ist ein Keim- oder Knospenstock, ein hohles hakenförmiges Gebilde, umgeben von einer Scheide des äusseren Cellulosemantels. Aus diesem Keimstock gehen die Salpenketten hervor, und zwar in einzelnen, in dem Fortschritt der Entwicklung übereinstimmenden Sätzen. Jede Salpe entsteht an und mit Verwendung des Keimstockes durch Verschmelzung zweier anfänglich ganz getrennter Stücke oder Knospen.

In welcher Weise dieser Entwicklungskreis auf denjenigen von *Doliolum* und *Pyrosoma* zurückgeführt werden kann, ist in der systematischen Uebersicht wenigstens angedeutet (nach Kowalevsky).

Sowohl bei den einfachen, als bei den zusammengesetzten Ascidien ist die geschlechtliche Fortpflanzung mit einer Metamorphose oder auch mit Generationswechsel verbunden. Aus der Entwicklungsgeschichte der Ascidien, namentlich der einfachen, ist schon längst bekannt, dass die Larve in Gestalt eines

mit einem sehr beweglichen Ruderschwanze versehenen Wesens das Ei verlässt und nach kurzer Schwärmzeit mit Hülfe einiger, dem Schwanze entgegengesetzt stehender Haftapparate sich befestigt unter Verlust des Ruderorganes. Auch kannte man in dem letzteren einen eigenthümlichen zelligen Strang sowie die bedeutende Ausdehnung des embryonalen Nervenknotens. Dieses Larvenstadium nimmt aber das höchste Interesse in Anspruch, seit sich ergeben hat, dass es in der Entwicklung und Lagerung seiner Organe genau mit den frühesten Entwicklungszuständen der Wirbelthiere übereinstimmt[1]). Nach der Furchung besteht der Embryo aus einer Zellenschicht, welche eine Furchungshöhle einschliesst. Das Ei flacht sich ab und durch Einstülpung entsteht die Gastrula-Larve mit äusserem und innerem Keimblatt. Die sich verengende Einstülpungsöffnung gelangt durch einseitiges Wachsthum der Larve an die Oberseite des Hinterendes. Von ihr aus nach vorn hin erstreckt sich eine Einsenkung, die Rückenfurche. Diese wird allmälig geschlossen, indem vom Hinterende her über die nach und nach obliterirende Einstülpungsöffnung eine Falte nach vorn wächst, die sich mit den seitlichen Falten vereinigt. Der so entstehende Rückenmarkkanal ist daher lange Zeit vorn frei nach aussen offen. Während dieser Vorgänge haben sich vom inneren Blatte einige Zelle abgelöst, welche sich zu einem Strange der Rückenseite, *chorda*, vermehren. Diese liegt un-

1) Hier einzuschalten das Wissenwürdigste über die Keimblätter, Rückenwülste, Medullarrohr, Chorda, und die Lagerung dieser Theile oberhalb des Darmes der Wirbelthiere.

ter dem Nervensystem. Der primitive Darm wird vom inneren Blatte, dem Darmdrüsenblatte gebildet, von welchem auch ausser der Chorda die Zellen eines mittleren Blattes abstammen, die sich zu Muskeln u. a. umbilden.

Nachdem sich das vorn bedeutend erweiterte Nervenrohr geschlossen, kann man an demselben eine Gehirn-, eine Rumpfblase und das im Schwanze liegende Rückenmark unterscheiden. In der ersten liegen zwei eigenthümliche Sinnesorgane, welche sich als Ohr und Auge deuten lassen.

Nach Obliterirung der Einstülpungsöffnung ist der primitive Darm geschlossen. Der Mund (Kiemenhöhlen-Eingang) der reifen Larve bricht am Rücken vor der Gehirnblase durch. Die Cloake entsteht als eine dem Enddarm entgegenwachsende Einstülpung von aussen. Mit dem Festsetzen der Larve geht durch gänzlichen Verlust des Schwanztheiles sammt der Chorda und die Reduction des Nervensystems die Aehnlichkeit mit dem Wirbelthiere verloren. Auch giebt es Ascidien (*Molgula*) mit abgekürzter Entwicklung, bei denen das höher angelegte Larvenstadium ganz übersprungen wird.

Ganz andere Complicationen haben endlich zur Bildung der zusammengesetzten Ascidien beigetragen. In einfacherer Weise sieht man durch Wucherung und Knospenbildung, welche von der Hüll- und Mantelsubstanz ausgehen, die Stöcke der sogenannten geselligen Ascidien (*Clavellina*) entstehen. Aber auch bei den zusammengesetzten Ascidien, selbst bei den in regelmässige Figuren, Systeme, geordneten geht die Anlage des Stockes aus einer einfachen Larve hervor. Bei den Botryllen bilden sich nicht, wie man früher

glaubte, alle Individuen des ersten Systems auf einmal durch Theilung des Larvenleibes, sondern jene acht radiären Gebilde sind die Anlage des Gefässsystems. Vielmehr bekommt das erste Individuum eine seitliche Knospe, und durch fortgesetzte Bildung von Seitenknospen an den neuen Individuen, während die älteren schon zu Grunde gehen, und durch kreisförmige Anordnung der Knospen kommt das System zu Stande. Bei *Amaroecium proliferum* entstehen die Knospen aus Theilstücken des Postabdomen, die nach und nach aufwärts neben das Mutterthier rücken. In diesen und den anderen beobachteten Fällen besteht die Knospe aus zwei Häuten, von denen die äussere, eine Ausstülpung der Haut des Mutterthieres, nur die äusseren Bedeckungen liefert. Aus der inneren, einer Ausstülpung der Darmwandung der Mutter, entstehn alle inneren Organe der Knospe. Auch die Knospung der Pyrosomen, Salpen und Doliolen geht nach diesem Typus vor sich.

In Uebereinstimmung mit den andern Tunicaten sind diese durch Knospung erzeugten hermaphroditischen Individuen zu gewisser Zeit mit reifen Eiern versehen, während ihre Samendrüsen noch kein reifes Sperma enthalten. Die Befruchtung muss also von den älteren Generationen ausgehen. Aber nicht alle aus den Eiern hervorkommende Larven machen sich vom Stock los, sondern ein Theil derselben wird im Stock sesshaft und lässt seine Hülle mit der gemeinschaftlichen Hülle verschmelzen.

# VIII. Vertebrata. Wirbelthiere.

Joh. Müller, Ueber den Bau und die Lebenserscheinungen des *Branchiostoma lubricum (Amphioxus lanceolatus)*. Schriften d. Berl. Ac. 1844.

Kowalevsky, Entwicklungsgeschichte d. *Amphioxus lanceolatus*. Petersb. 1867.

J. Müller, Vergleichend Anatomie d. Myxinoiden. Schriften d. Berl. Academie 1835—1845.

J. Müller, Ueber den Bau u. d. Gränzen der Ganoiden. Ebendas. 1846.

Cuvier et Valenciennes, *Histoire naturelle d. Poissons*. Paris 1828—1848.

von Siebold, Die Süsswasserfische von Mitteleuropa. 1863.

Hyrtl, Lepidosiren *paradoxa*. 1845.

Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleich. Anatomie der Wirbelthiere. 1865 ff.

Duméril et Bibron, *Erpétologie générale*. 1834—1854.

Götte, Entwicklungsgeschichte der Unke. 1875.

Fritsch, Die Vögel Europas. 1858.

L. Reichenbach, Das natürliche System der Vögel. 1848—1854.

Huxley, *On the classification of Birds*. Proc. Zool. Soc. 1867.

Schreber, Die Säugethiere in Abbildungen. Fortgesetzt von Goldfuss u. Wagner. 1775—1855.

Giebel, Die Säugethiere in zoologischer, anatomischer und paläontologischer Beziehung. 1859.

Rathke, Entwicklungsgeschichte der Natter. 1837.

— Entwicklung der Schildkröten. 1848.

— Entwicklung und Bau der Krokodile. 1866.

Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere (Hühnchen). 1858.

## Systematische Uebersicht über die Wirbelthiere.

Sie sind characterisirt durch ein inneres Skelet und die Lagerung der Hauptorgane. Jenes ist wenigstens als ein eigenthümlicher zelliger Strang, nebst Scheide, als Rückensaite, *chorda dorsalis*, vorhanden. Oberhalb der Chorda liegt das Rückenmark, umgeben von einem von der Scheide ausgehenden Kanal. Unterhalb befindet sich der Darmkanal mit seinen Drüsen. Im Verlaufe der Entwicklung tritt bei den meisten Wirbelthieren an Stelle der Rückensaite die Wirbelsäule. Die Anlage des Leibes geschieht durch Bildung der Rückenwülste, welche sich zum Rückenmarksrohr schliessen. Der fast ausnahmslos vorhandenen am schärfsten in der Wirbelsäule ausgesprochenen bleibenden Metamerenbildung geht eine primäre Quergliederung (Urwirbel) voraus.

### I. Leptocardia. Röhrenherzen.

Einzige noch existirende Art:

*Amphioxus (Branchiostoma) lanceolatus.* Lanzettfisch. ½" — 1" lang; im Mittelmeer und Nordsee.

Das Skelet ist nur durch die Rückensaite und ein zartes knorpelartiges Mund- und Kiemengerüst repräsentirt. Rückenmark ohne Gehirnanschwellung, daher kein Kopf. Eine flimmernde Grube scheint Riechorgan zu sein. Kein Herz; keine rothen Blutkörperchen. Die grösseren Gefässe pulsiren. Die seitliche Mundöffnung führt in den seitlich durchbrochenen und von einer Hautduplicatur überwölbten Kiemensack, dessen hinteres Ende in den Darm übergeht. Das Wasser wird aus jener Kiemenhöhle durch eine unpaarige am Bauche gelegene Oeffnung entleert.

### II. Cyclostomata. Rundmäuler.

Auch sie können, gleich den Röhrenherzen, von den Fischen, mit welchen man sie sonst zu verbinden pflegte, als eigene Klasse abgezweigt werden. Sie besitzen in Verbindung mit der knorpeligen Gehirnkapsel ein ganz eigenthümliches knorpeliges Kopfskelet. Nase unpaarig. Kiemen beutelförmig *(Marsipobranchia)*. Mund ohne Kiefer, zum Ansaugen geschickt, kreis- oder halbkreisförmig. Keine paarigen Gliedmaassen.

1. **Ordnung.** *Hyperotreta.* Mit (vom Nasengang) durchbohrtem Gaumen. *Myxine. Bdellostoma.*

**2. Ordnung.** *Hyperoartia.* Mit undurchbohrtem Gaumen. *Petromyzon.* Neunauge. Vom *Petromyzon fluviatilis* ist *Ammocoetes branchialis*, Querder, die Larve.

## III. Pisces. Fische.

Ihre Bewegungsorgane sind paarige und unpaarige Flossen Sie besitzen Kiefer. Das Herz besteht aus Kammer und Vorkammer. Die Kiemen sind Blättchen, kammförmig auf knorpeligen oder knöchernen Stützen, den Kiemenbogen, angeordnet. Genitalöffnung und Mündung des Harnausführungsganges hinter dem After.

Zum vorläufigen Verständniss der Uebersicht hat man sich noch mit folgenden Eigenthümlichkeiten bekannt zu machen. Die meisten Fische tragen Schuppen. Die sich dachziegelförmig deckenden heissen Cycloidschuppen, wenn der freie hintere Rand derselben glatt, Ctenoidschuppen, wenn er gezähnelt ist. Placoid-, Ganoidschuppen.

Die paarigen Flossen entsprechen als Brust- und Bauchflossen den vorderen und hinteren Extremitäten der übrigen Wirbelthiere. Die unpaarigen sind Rückenflossen in der Mittellinie des Rückens, Afterflosse in der Mittellinie des Bauches hinter dem After, oder die Schwanzflosse am Ende der Wirbelsäule. Ihre knöchernen Stützen heissen Stachelstrahlen, wenn sie aus einem einzigen Stück, Weichstrahlen, wenn sie aus vielen Stücken bestehen und auch nach oben in mehrere Zweige aus einander gehen. Stachelflosser sind solche Fische, bei denen die vorderen Strahlen der Afterflosse, die vorderen Strahlen der Rückenflosse oder alle Strahlen der ersten Rückenflosse, sowie ein Strahl der Bauchflossen ungegliedert sind. Bei den Weichflossern sind höchstens die zwei vorderen Strahlen der Rückenflosse ungegliedert.

Mehrere Ordnungen besitzen einen Klappendarm; seine inneren Hautlagen sind entweder in Form einer Wendeltreppe oder eines cylindrisch zusammengerollten Blattes gefaltet.

Das aus dem Körper kommende Blut gelangt durch die Vorkammer in die Herzkamer. Bei einigen Ordnungen ist eine mit Klappenreihen ausgestattete Verlängerung der letzteren als *conus arteriosus* vorhanden. Darauf folgt der Stiel der Kiemenarterie, *truncus arteriosus.*

Die Zungenbeinhörner tragen die Kiemenhautstrahlen, über welche die die Kiemenhöhle unten und zum Theil seit-

lich schliessende Kiemenhaut ausgespannt ist. In der Fortsetzung des Zungenbeines liegen eine Reihe Knorpel oder Knochen als Träger der Kiemenbogen. Das fünfte Paar Kiemenbogen der Knochenfische bildet, nie Kiemen tragend, die unteren Schlundknochen. Die oberen, der Schädelbasis anliegenden Theile der übrigen Kiemenbogen heissen obere Schlundknochen.

Seitlich werden die Kiemen der meisten jetzt lebenden Fische vom Kiemendeckel verschlossen, meist aus vier Theilen bestehend, *operculum*, *praeoperculum*, *interoperculum*, *suboperculum*.

Von den vier Ordnungen sind aus den Selachiern als den ältesten die Ganoiden, aus diesen wiederum die Knochenfische direct ableitbar. Die vierte Ordnung, diejenige der Doppelathmer erscheint als eine Sonderentwicklung ebenfalls der Selachier, und führt zu den Amphibien, während aus den Knochenfischen eine Entwicklung höherer Wirbelthiere nicht stattgefunden hat.

**1. Ordnung.** *Selachii.* Skelet grösstentheils knorpelig. Kiemen auf Kiemenbogen, nach aussen angewachsen, daher eine Reihe von Kiemenspalten. Die männlichen haben Hülfsbegattungsorgane an den Bauchflossen. Die Eileiter sind zu einem *orificium abdominale* verbunden. Vor dem sehr kurzen Arterienstiel ein *conus arteriosus.* Darm mit Spiralblatt.

A. *Holocephala.* Oberkiefer mit dem Schädel verwachsen. Nur eine Kiemenöffnung.

*Chimaera.* Seedrache.

B. *Plagiostomi.* Quermäuler. Mundöffnung eine Querspalte an der Unterseite der Schnauze. Jederseits 5 Kiemenöffnungen.

I. Familiengruppe. *Squali.* Haie.

Kiemenöffnungen an den Seiten des Halses. Brustflossen vom Kopf geschieden. Die Augen haben Lider mit freien Rändern.

*Squatina. Spinax. Mustelus. Galeus. Scyllium. Sphyrna,* Hammerfisch.

Unter den fossilen Haien sind die merkwürdigsten die *Cestraciontes* und *Hybodontes.*

II. Familiengruppe *Rajidae.* Rochen.

Der Kopf und die seit- und vorwärts ausgebreiteten Flossen bilden eine Scheibe, an deren Unterseite die Kiemenlöcher.

*Trygon. Raja. Torpedo. Pristis.*

**2. Ordnung.** *Ganoidei.* Glanzschupper. Besitzen einen *conus arteriosus.* Freie Kiemen mit Kiemendeckel. Darm mit Spiralklappe. Die Sehnerven gehen nicht kreuzweise über ein-

ander (bilden kein Chiasma). Sie haben nie dachziegelförmig sich deckende Schuppen. Die Eier werden durch Tuben aus der Bauchhöhle geführt.

A. *Chondrostei.* Skelet zum Theil knorpelig.

I. Familiengruppe. *Accipenserini.* Störe.

Körper mit Knochenschildern bedeckt.

*Accipenser*, Stör. Mund quer unterhalb der mehr oder weniger verlängerten Schnauze, zahnlos. A. *sturio*; *huso*; *ruthenus*.

Nackt ist die, eine eigne Familie bildende *Spatularia*, Spatelfisch.

B. *Holostei.* Skelet knöchern. Nur wenige lebende Gattungen mit rhombischen, mit Schmelz überzogenen und rings angehefteten Schuppen. Die meisten Familien fossil von den devonischen Schichten (*Cephalaspides*) bis in die Kreide (*Pycnodontes*).

*Lepidosteus. Polypterus. Amia.*

3. Ordnung. *Dipnoi.* Doppelathmer. Lurchfische. Beschuppte Fische mit Kiemen und Lungen (Schwimmblase). Nasenlöcher öffnen sich in die Mundhöhle. Skelet knorpelig, mit bleibender Chorda. Arterienstiel mit Quer- oder Längsklappen. Spiralklappe des Darmes.

1. Unterordnung. *Ceratodontini.*

*Conus arteriosus* mit quergestellten Klappen. Schwimmblase unvollständig getheilt. Die Tuben öffnen sich in die Bauchhöhle. *Ceratodus.* Australien. Fossil in Trias und Jura.

2. Unterordnung. *Protopterini.*

*Conus arteriosus* mit zwei Längsfalten. Schwimmblase paarig. Ausführungsgänge der Eierstöcke unmittelbare Fortsetzungen der Ovarialsäcke.

*Protopterus*, Africa. *Lepidosiren.* Brasilien.

4. Ordnung. *Teleostei.* Knochenfische. Kiemen aussen frei, kammförmig (mit Ausnahme der Lophobranchier) mit Kiemendeckel. Arterienstiel ohne Muskelbeleg, mit 2 Klappen. Skelet knöchern. Die Sehnerven bilden ein Chiasma.

1. Unterordnung. *Lophobranchii.* Büschelkiemer.

Schnauze röhrenförmig verlängert. Kiemen büschelförmig; Kiemendeckel gross, aber bis auf eine kleine, zum Abfluss des Wassers dienende Oeffnung von der Haut überzogen. Körper kantig und beschient.

*Syngnathus*, Meernadel. *Hippocampus*, Seepferdchen.

### 2. Unterordnung. *Pectognathi.* Haftkiefer.

Diese auch durch ihre bestachelte oder panzerartige Hautbedeckung abweichenden Fische zeichnen sich durch die enge Verwachsung der Oberkiefer mit den Zwischenkiefern aus. Kiemenspalt eng.

*Ostracion*, Kofferfisch. *Diodon.* *Orthagoriscus*, Mondfisch.

### 3. Unterordnung. *Physostomi.*

Weichflosser, deren Bauchflossen, wenn vorhanden, abdominal sind (am Bauche stehen), und deren Schwimmblase einen in den Schlund einmündenden Luftgang besitzt.

#### I. Familiengruppe. *Physostomi apodes.*

Keine Bauchflossen. *Gymnotus*, Zitteraal. *Amphipnous.* *Muraena*, Aal.

#### II. Familiengruppe. *Physostomi abdominales.*

Mit Bauchflossen. Dahin die Familien *Clupeidae. Esoces. Salmones. Cyprinoidei. Siluroidei.* (Häringe. Hechte. Lachse. Karpfen. Welse).

### 4. Unterordnung. *Pharyngognathi.*

Theils Weichflosser, theils Stachelflosser, deren untere Schlundknochen mit einander verwachsen sind. Bauchflossen entweder am Bauch oder an der Brust.. Schwimmblase ohne Luftgang.

*Belone*, Hornhecht. *Exocoetus*, Fliegender Fisch. *Scarus. Labrus. Julis.*

### 5. Unterordnung. *Anacanthini.*

Weichflosser, deren Schwimmblase, wenn vorhanden, ohne Luftgang ist; deren Bauchflossen, wenn vorhanden, unter oder vor den Bauchflossen stehen, und deren Schlundknochen getrennt sind.

#### I. Familie. *Gadoidei.* Schellfische.

Die spitzen Bauchflossen stehen an der Kehle. Meist 2 bis 3 Rückenflossen und 1 bis 2 Afterflossen. Körper gestreckt. Gefrässige, stark bezahnte Raubfische.

*Gadus* (*G. callarias* = *G. morrhua*, Dorsch, Cabeljau). *Lota*, Quappe.

#### II. Familie. *Pleuronectides.* Seitenschwimmer. Schollen.

Die einzigen unsymmetrischen Wirbelthiere, indem die Augen auf derselben Körperseite stehen. Letztere ist allein gefärbt und

nach oben gekehrt. Bei den jungen Thieren sind die Augen normal; das Auge der Blindseite wandert durch den Schädel hindurch, unter den Stirnbeinen hinweg, welche für dasselbe an dem definitiven Platze eine Augenhöhle bilden.

Körper auffallend hoch und zusammengedrückt.

*Platessa. Hippoglossus. Solea.*

### 6. Unterordnung. *Acanthopteri.* Stachelflosser.

Stachelflosser mit getrennten unteren Schlundknochen. Die Bauchflossen meist bei den Brustflossen. Schwimmblase, wenn vorhanden, ohne Luftgang. (Die meisten *Acanthopterygii* Cuvier's.)

Unter den zahlreichen, gegen 30, Familien dürften als besonders wichtige hervorzuheben sein: *Pediculati (Lophius, Malthaea), Gobioidei, Scomberoidei (Brama, Zeus, Thynnus, Scomber), Mugiloidei, Labyrinthici, Cataphracti (Sebastes, Cottus, Dactylopterus, Trigla) Percoidei (Lucioperca, Perca, Serranus).*

## IV. Amphibia. Lurche.

Haut nackt. Am Hinterhaupt 2 Gelenkhöcker. Die Rippen sind kurz oder fehlen ganz. Ein äusserer Gehörgang fehlt; das Ohr ist immer ohne Schnecke. Das Herz besteht aus 2 Vorkammern und 1 Kammer. Sie machen eine Verwandlung durch und alle athmen wenigstens während des Larvenzustandes durch Kiemen, während einige zeitlebens neben den sich später entwickelnden Lungen die Kiemen behalten.

1. **Ordnung.** *Apoda.* Fusslose. Körper wurmförmig verlängert, ohne Füsse und Schwanz. Afteröffnung fast am Ende. Körperbedeckung geringelt. Wirbel denen der Fische ähnlich.
   *Coecilia*, Blindwühl.

2. **Ordnung.** *Caudata.* Geschwänzte. Körper verlängert, mit langem Schwanze und 4, seltener 2 Gliedmaassen. Bei der Verwandlung treten die Vorderfüsse zuerst hervor.
   a) Mit bleibenden Kiemen (*Perennibranchiata*): *Proteus.*
   b) Mit einem bleibenden Kiemenloche (*Derotreta*): *Amphiuma.*
   c) Mit schwindenden Kiemen: *Triton* Wassermolch. *Salamandra.* Erdmolch. Hierher noch die amerikanische Gattung *Amblystoma.* Als eine Larve einer der Arten derselben hat sich der Axolotl (*Siredon pisciformis*) erwiesen.

**3. Ordnung.** *Ecaudata.* Schwanzlose. Frösche. Körper kurz, schwanzlos. Zwei Paar Gliedmaassen. Die geschwänzten, fusslosen Larven haben einen Hornschnabel. Bei der Verwandlung erscheinen zuerst die Hinterbeine.

*Ranae*, Frösche. *Pelobates. Alytes. Rana. Bombinator.*

*Hylae*, Laubfrösche. *Bufones*, Kröten.

Ganz der Vorzeit angehörige amphibienartige Thiere sind die *Gonocephala*, Schmelzköpfe, mit *Archegosaurus*, und die Labyrinthodonten, Wickelzähner, mit *Mastodonsaurus* u. a.

Die folgenden Klassen (*Amniota*) zeichnen sich vor den vorhergehenden (*Anamnia*) durch eine embryonale Hülle, das Amnion oder die Schafhaut aus, welche unmittelbar aus der Keimanlage hervorgeht. Ein zweites Empryonalorgan, die Allantois, fehlt hei den Anamnioten nicht ganz, erreicht aber hier eine besondere Entwicklung und vermittelt die embryonale Athmung und Ernährung. Nie athmen die Amnioten durch Kiemen.

## V. Reptilia. Reptilien.

Sie sind eng mit den Vögeln verwandt und besitzen mit ihnen, im Gegensatz zu den Säugern, einen einfachen oder dreilappigen Hinterhaupthöcker, einen aus zahlreichen Stücken (bis 12) zusammengesetzten Unterkiefer, welcher durch das sogenannte Quadratbein mit dem Schädel articulirt, ferner kernhaltige Blutkörperchen. Sie haben keine Milchdrüsen. Die Dotterfurchung ist eine partielle. Die Schuppenbildung der Reptilien einerseits (obgleich auch die Feder nach ihrer Anlage mit der Schuppe übereinstimmt), die Flügelbildung der Vögel andererseits sind hinlänglich anerkannt gröbere Unterscheidungszeichen der beiden Klassen, welche von Huxley als *Sauropsidae*, von Haeckel als *Monocondylia* zusammengefasst werden.

**1. Ordnung.** *Sauria.* Eidechsen. Körper beschuppt oder beschildert, meist mit Füssen zum Gehen oder Klettern. Augenlider beweglich. Nasenlöcher getrennt. Trommelfell sichtbar. Quadratbein beweglich. Herzkammer unvollständig getrennt.

### 1. Unterordnung. *Annulata.* Ringelechsen.

Statt echter Schuppenbildung blos eine Ringelung und Felderung der Haut. Körper wurmförmig, mit kurzen Füssen oder fusslos.

*Amphisbaena.*

2. Unterordnung. *Squamata.* Schuppenechsen.

Körper mit Schuppen, seltner mit Schildern oder Knochenplatten. Unter den zahlreichen Familien die:

*Scincoidea. Lacertina. Ascalabotae. Camaeleontes.*

**2. Ordnung.** *Serpentes.* Schlangen. Stehen in engster Verbindung mit den Eidechsen, aus denen sie unter Verkümmerung und Schwund der Beine und damit zusammenhängenden andern Aenderungen hervorgegangen sind. Keine Augenlider. Quadratbein beweglich. Unterkieferhälfte nur durch dehnbare Bandmasse verbunden.

I. Familiengruppe. *Opoterodonta.*

Nur in einem Kiefer, oben oder unten, Zähne. Kleine wurmförmige giftlose Schlangen, von Ameisen und Termiten lebend.

*Typhlops. Stenostoma.*

II. Familiengruppe. *Aglyphodonta.*

In beiden Kiefern nur derbe furchenlose Zähne. Giftlos.

*Python. Boa. Tropidonotus.* (*T. natrix*, Ringelnatter. *Coronella.* (*C. laevis*, glatte Natter).

III. Familiengruppe. *Opistoglypha.*

Hinter den glatten und furchenlosen Zähnen des Oberkiefers stehen ein oder mehrere, an der Vorderseite mit einer Furche versehene Zähne, an deren Wurzel der Ausführungsgang der in der Schläfengegend gelegenen Giftdrüse mündet.

*Dryophis.*

IV. Familiengruppe. *Proteroglypha.*

Der Oberkiefer trägt vorn gefurchte Giftzähne, dahinter derbe Zähne.

*Naja. Hydrophis.*

V. Familiengruppe. *Solenoglypha.*

*Vipera.* (*O. ammodytes*, Sandviper). *Pelias* (*P. berus* Kreuzotter). *Crotalus*, Klapperschlange.

**3. Ordnung.** *Cheloniae.* Schildkröten. Körper geschützt durch eine aus Rücken- und Bauchschild bestehende Kapsel, deren knöcherne Theile meist dem Hautskelet angehören, jedoch auch mit Theilen der Wirbelsäule unmittelbar verschmelzen. Kiefer mit Hornscheiden.

***Chelonia***, Seeschildkröte. Trionyx, Flussschildkröte. ***Emys***, Sumpfschildkröte. ***Testudo***, Landschildkröte.

4. **Ordnung.** ***Loricata. Crocodilina.*** Crocodile. Kopf von einer ununterbrochenen dicken, den Schädelknochen unmittelbar aufliegenden Haut bedeckt. In den übrigen Hautbedeckungen Knochenschilder. Trommelfell unter einer häutigen beweglichen Klappe. Zunge angewachsen. Zähne in eigenen Alveolen. Herzkammern vollständig getrennt.

***Alligator. Crocodilus. Rhamphostoma.***

---

Zu diesen, die heutige Erde bevölkernden und zum Theil (Saurier) schon aus sehr frühen Perioden stammenden Reptilien kommen noch mehrere höchst wichtige ganz ausgestorbene Gruppen, welche die ungemeine Biegsamkeit des einst weit mächtigeren und enger mit den Amphibien, zum Theil auch noch mit den Fischen verbundenen Reptilientypus zeigen und auch das Hervorgehen der Vögel aus demselben in einigen Gattungen erläutern helfen. Wir führen einige Gruppenrepräsentanten an: ***Ichthyosaurus. Plesiosaurus. Dicynodon. Pterodactylus. Iguanodon. Compsognathus.***

## VI. Aves. Vögel.

Federn. Flügel. Oberer Fusswurzeltheil mit dem Unterschenkel, unterer mit dem Mittelfuss verschmolzen. Zwischen Unterkiefer und Schädel das bewegliche Quadratbein. Alle Eigenthümlichkeiten der Vögel ergeben sich aus der einseitigen Weiterentwicklung des Organismus des Reptils.

### 1. Unterklasse. *Odontornithes.* Zahnvögel.

Vögel mit Zähnen im Ober- und Unterkiefer. Im Zwischenkiefer?

1. **Ordnung.** ***Ichthyornithes.*** Fisch-Vögel. Zähne in getrennten Gruben. Wirbel biconcav. Brustbein mit Kiel. Flügel wohl entwickelt. ***Ichthyornis***, einige Arten von Taubengrösse.

2. **Ordnung.** ***Odontolcae.*** Zähne in gemeinschaftlicher langer Grube. Wirbel wie bei den heutigen Vögeln. Brustbein ohne Kiel. Flügel rudimentär.

***Hesperornis.*** (***H. regalis.*** Von der Schnabelspitze bis ans Ende der Zehen 5 bis 6 Fuss lang).

Von beiden Ordnungen bis jetzt 14 Arten aus der oberen Kreide von Cansas, entdeckt von **Marsh.**

## 2. Unterklasse. *Saururae.* Eidechsenvögel.

**3. Ordnung.** *Saururae.* Eidechsenvögel. Wirbelsäule in einen längeren freien Schwanz ausgehend, besetzt mit zwei Reihen von Steuerfedern. *Archaeopteryx* aus dem Oolith von Solenhofen.

## III. Unterklasse. *Aves s. str.* Vögel der Jetztwelt.

**4. Ordnung.** *Urinatores.* Kurzflügler. Schnabel comprimirt, hart und spitz. Flügel kurz, zuweilen statt der Federn mit Schüppchen bedeckt und hängend. Beine sehr weit nach hinten gerückt. Lauf kurz, kräftig, mit körniger Haut oder theilweise getäfelt. Vorderzehen mit Schwimmhäuten; Innenzehe nah hinten gerichtet, fehlt zuweilen.

*Aptenodytes*, Pinguin. *Uria*, Lumme. *Mormon*, Papageitaucher. *Alca*, Alk. *Podiceps*, Steissfuss. *Colymbus*, Taucher.

**5. Ordnung.** *Longipennes*, Langflügler. Schnabel seitlich zusammengedrückt und mit mehr oder weniger hakiger Kuppe. Nasenlöcher spaltförmig oder in Röhren verlängert. Flügel lang, spitz. Schienen bis zum Fersengelenk befiedert. Lauf ziemlich hoch, mit körniger Haut oder mit Schildern, selten mit langen Schienen (gestiefelt). Vorderzehen durch Schwimmhäute verbunden. Innenzehe nach hinten gerichtet, klein, oder fehlend.

*Sterna*, Seeschwalbe. *Larus*, Möve. *Procellaria*, Sturmvogel. *Diomedea*, Albatross.

**6. Ordnung.** *Steganopodes*, Ruderfüsser. Oberschnabel mit einer Furche am Rande, worin die kleinen Nasenlöcher liegen. Flügel mässig, mit langen spitzen Schwingen. Schienen bis zum Fersengelenk befiedert. Lauf körnig. Innenzehe nicht nach hinten gerichtet, mit den übrigen durch vollständige Schwimmhaut verbunden.

*Phaeton*, Tropikvogel. *Phalacrocorax*, Cormoran. *Sula*, Tölpel. *Pelecanus*, Pelican.

**7. Ordnung.** *Anatides*, Entenartige Vögel. Schnabel weichhäutig nur an der Spitze hart, Ränder gesägt oder gezähnelt. Zunge fleischig, meist am Rande gezähnt. Flügel mässig lang. Schienen bis zum nackt bleibenden Fersengelenk

befiedert. Lauf meist kurz, mit körniger Haut. Vorderzehen durch ganze Schwimmhäute verbunden. Innenzehe nach hinten gerichtet.

*Anas*, Ente. *Mergus*, Sägetaucher. *Anser*, Gans. *Cygnus*, Schwan. *Phoenicopterus*, Flamingo.

**8. Ordnung.** *Ciconiae*, Storchartige Vögel. Schnabel an der Basis meist so hoch und breit, und länger als der Kopf bis an die Basis hornig, ohne Wachshaut. Augengegend, Zügel, zuweilen der ganze Kopf nackt oder mit eigenthümlichen Federn. Hals und Beine in der Regel sehr verlängert. Der untere Theil der Schienen und der Lauf vorn und hinten genetzt oder vorn quer getäfelt. Hinterzehe auftretend, lang, Vorderzehen mit breiter Bindehaut.

*Ciconia*, Storch. *Ardea*, Reiher. *Ibis*, Ibis. *Platalea*, Löffelreiher.

**9. Ordnung.** *Grallae*, Wadvögel. Schnabel schlank, vom Kopfe deutlich abgesetzt oder dick und kürzer als der Kopf, am Grunde von weicher Haut, nur an der Spitze mit einer Hornkuppe bedeckt. Zügel meist dicht befiedert, selten nackt oder abweichend befiedert. Hals meist im Verhältniss zu den Beinen verlängert. Schienen fast immer im untern Theil nackt. Lauf verlängert, vorn und hinten mit Querschildern, oder vorn quer, hinten sechseckig getäfelt, selten hinten oder vorn und hinten genetzt.

*Grus*, Kranich. *Gallinula*, Rohrhuhn. *Fulica*, Wasserhuhn. *Crex*, Schnarre. *Otis*, Trappe. *Vanellus*, Kiebitz. *Charadrius*, Regenpfeifer. *Machetes*, Kampfhahn. *Scolopax*, Schnepfe.

**10. Ordnung.** *Brevipennes*, Straussenartige Vögel. Schnabel meist platt, Oberschnabel vorragend, mit seitlicher Furche, in welcher weit nach vorn die Nasenlöcher liegen. Hals lang. Flügel rudimentär. Schwingen weich, zum Flug untauglich. Schienen im obern Theil dick, nur hier befiedert. Lauf verlängert, vorn mit Halbringen, hinten mit kleinen Schildern, seitlich mit Körnern. Zehen verhältnissmässig kurz, zwei bis vier, Nägel breit, platt.

*Struthio*, Strauss. *Rhea*, Nandu, amerikan. Strauss. *Dromaeus*, neuholländischer Casuar. *Casuarius*, indischer Casuar. *Dinornis*. *Palapteryx*. *Aepyornis*. *Apteryx*, Kiwi.

**11. Ordnung.** *Rasores*. Hühner. Schnabel selten länger als der halbe Kopf, an der Spitze mit einem kuppenförmig abge-

**setzten Nagel, Ränder übergreifend; Basis mit einer harten Nasenklappe und kleiner weicher Wachshaut. Flügel kurz. Schienen in der Regel ganz befiedert. Lauf vorn mit kurzen Halbringen, hinten mit sechseckigen Tafeln, zuweilen befiedert. Nägel platt, stumpf.**

*Meleagris*, Truthahn (Am.) *Numida*, Perlhuhn (As.) *Pavo*, Pfau (As.) *Gallus*, Huhn (As.) *Phasianus*, Fasan (As.). *Coturnix*, Wachtel. *Perdix*, Rebhuhn. *Tetrao*, Waldhuhn. *Syrraptes*, Steppenhuhn.

**12. Ordnung.** *Columbae*, Tauben. Schnabel gerade, comprimirt, nur an der gewölbten Kuppe mit einer hornigen Scheide. Schnabelränder nicht übergreifend. Die Basis mit einer weichen Haut bedeckt, in welcher unter einer Klappe die Nasenlöcher liegen. Zunge weich. Schienen und zuweilen der obere Theil des Laufs befiedert. Lauf vorn meist mit kurzen Quertafeln. Flügel stumpf, comprimirt.

*Palumbus*, Ringeltaube. *Columba*, Taube. *Turtur*, Lachtaube. *Didunculus*. *Didus*, Dronte.

**13. Ordnung.** *Raptatores*, Raubvögel. Schnabel mehr oder weniger gekrümmt, mit hakig übergreifendem Oberschnabel, an seiner Basis mit einer die Nasenlöcher enthaltenden Wachshaut. Schienen bis zur Ferse befiedert. Lauf zuweilen theilweise befiedert, mit Tafeln oder Schildern bedeckt. Innenzehe nach hinten gerichtet, in gleicher Höhe mit den übrigen. Zehen, am Grunde fast immer mit kurzer Bindehaut (geheftet). Krallen kräftig, spitz, gekrümmt.

*Vultur*, Geier. *Falco*, Falk. *Gypogeranus*, Secretär. *Strix*, Eule. *Bubo*, Uhu.

**14. Ordnung.** *Passerinae*, Sperlingsvögel. Schnabel verschieden gestaltet, ohne Wachshaut. Schienbein bis zur Ferse befiedert. Lauf vorn stets mit grösseren (meist 7) Tafeln, die zuweilen mit denen der Laufseiten zu einem „Stiefel“ verwachsen, seltener an der Seite mit Körnern. Füsse gracil; Innenzehe nach hinten gerichtet, stärker und länger als die zweite Zehe. Die beiden äusseren Zehen im ganzen ersten Gliede mit einander verbunden (Schreitfüsse). An der Theilungsstelle der Luftröhre ein Singmuskelapparat.

### 1. Unterordnung. *Oscines.* Singvögel.

Unterer Kehlkopf vollständig unter Theilnahme der Luftröhre

**und Bronchien gebildet, meist mit fünf Paar auf vorn und hinten vertheilten Muskeln.**

Familie: ***Corvidae***, Raben. ***Sturnidae***, Staare. ***Paridae***, Meisen. ***Certhiidae***, Baumläufer. ***Troglodytidae***, Zaunschlüpfer. ***Laniidae***, Würger. ***Oriolidae***. Pirole. ***Muscicapidae***, Fliegenschnäpper. ***Hirundinidae***, Schwalben. ***Turdidae***, drosselartige Vögel. ***Sylviidae***, Grasemücken. ***Alaudidae***, Lerchen. ***Motacillidae***, Bachstelzen. ***Fringillidae***, Finken.

### 2. Unterordnung. *Clamatores*. Schreivögel.

Unterer Kehlkopf entweder nur von der Luftröhre gebildet, oder einfach nur mit seitlichen Muskeln.

Aussereuropäische, meist amerikanische Vögel. Darunter die ***Menurides***. ***Dendrocolaptidae***.

**15. Ordnung.** ***Cypselomorphae***. Mauerschwalben-ähnliche Vögel. Schnabel entweder flach, über doppelt so breit als lang, mit weitem Spalt, oder dünn, röhrenförmig verlängert. Vorderarm und Hand viel länger als der Oberarm (***Macrochires***). Schienen und oberer Theil des Laufs befiedert. Schilder des Laufs undeutlich oder ganz fehlend. Füsse schwach, kaum zum Gehen tauglich.

***Trochilus***, Kolibri. ***Cypselus***, Mauerschwalbe. ***Caprimulgus***, Ziegenmelker.

**16. Ordnung,** ***Pici***. Spechte. Schnabel grade, conisch verlängert, ohne Wachshaut. Zunge dünn, vorstreckbar. Schienen bis zur Ferse befiedert. Lauf vorn mit einer Reihe querer Schilder. Mittelzehen am Grunde verbunden. Die nach hinten gerichtete Innenzehe klein, die äussere Zehe nach hinten gewandt.

***Picus***. Specht. ***Iynx***. Wendehals.

**17. Ordnung.** ***Coccygomorphae***. Kukukartige Vögel. Schnabel verlängert, verschieden gestaltet, zuweilen beweglich mit dem Schädel verbunden. Schienen meist bis zur Ferse befiedert. Lauf genetzt und getäfelt. Mittelzehen am Grunde geheftet oder frei; die äussere eine Wendezehe oder stets nach vorn oder hinten gewandt, oder die zweite mit der innern nach hinten gewandt, oder die innere eine Wendezehe.

***Coracias***, Blauracke. ***Upupa***, Widehopf. ***Alcedo***, Eisvogel. ***Buceros***, Nashornvogel. ***Cuculus***, Kukuk. ***Ramphastus***, Pfefferfresser.

**18. Ordnung.** ***Psittaci***. Papageien. Oberschnabel stark

**gekrümmt, kürzer als hoch, an der Basis mit einer Wachshaut, in einem queren Einschnitt beweglich mit dem Schädel verbunden. Zunge dick, fleischig. Schienen bis zur Ferse befiedert. Lauf mit netzförmig verbundenen Täfelchen. Mittelzehen an der Basis geheftet; die äussere und die innere nach hinten gewandt.**

## VII. Mammalia. Säuger.

Haut meist mit Haaren bedeckt. Hinterhaupt mit doppeltem Gelenkhöcker. Kiefer fast immer mit Zähnen[1]). Der Unterkiefer articulirt direkt am Schläfenbein. Herzvorkammern und Kammern vollständig getrennt. Zwergfell vollständig. Milchdrüsen.

### A. *Ornithodelphia.*

**Der Ausführungsgang des Harn- und Geschlechtsapparates (Urogenitalkanal) vereinigt sich mit dem Enddarm zu einer Kloake.**

**1. Ordnung.** *Monotremata.* Kloakenthiere. **Nur Hornzähne oder ganz zahnlos. Milchdrüsen ohne Zitzen. Nur zwei Arten dieser ältesten bekannten Säuger sind übrig:** ***Ornithorynchus paradoxus***, Schnabelthiere (Neu-Süd-Wales. Van Diemensland) und ***Echidna hystrix***, Ameisenigel (Van Diemensland). Fossile Verbindungsglieder zwischen ihnen und niederen Wirbelthieren fehlen noch gänzlich.

### B. *Didelphia.*

Wie bei den vorigen besteht auch bei ihnen keine innige Verbindung zwischen Frucht und Mutter (*Aplacentalia*). Vagina meist in 2 Gänge gespalten. Die Zitzen liegen in einem von 2 Knochen gestützten Beutel oder unter Hautfalten; an ihnen sich festsau-

---

1) i. Schneidezähne, c. Eckzähne, p. Luckenzähne, r. Reisszähne, m. Malzähne oder Backzähne überhaupt. Sie heissen einfach, wenn die Zahnhöhle einfach vom Zahnbein umschlossen und die Krone auch nur von einer einfachen Schmelzschicht bedeckt ist. Durch Faltung dieser Substanzen entstehn die, schon bei den amphibienartigen Labyrinthodonten vorkommenden schmelzfaltigen Z. Zusammengesetzt heissen sie, wenn mehrere aus Zahnsubstanz und Schmelzüberzug bestehende und einfachen Zähnen vergleichbare Stücke durch die weichere Kittsubstanz, Cement, mit einander verbunden sind. Manche Zähne wachsen, indem sie abgenutzt werden, zeitlebens nach; Hauer der Schweine, Stosszähne der Elephanten, Schneidezähne der Nager. Gewöhnlich tritt im Verlauf des Wachsthums ein Zahnwechsel ein, das Milchgebiss, an die fossilen Vorfahren enger anschliessend, wird durch das definitive Gebiss ersetzt.

gend werden die unreif die Gebärmutter verlassenden Jungen ausgetragen.

**2. Ordnung.** *Marsupialia.* Beutelthiere. Diagnose unter B. Eine wahrscheinlich aus monotremenartigen Säugern hervorgegangene Abtheilung. Von ihnen sind heute noch mannigfaltige Bruchstücke vorhanden, geographisch fast ausschliesslich auf Australien isolirt, welche durch verschiedenartige Anpassungen einen merkwürdigen Parallelismus mit den übrigen Ordnungen zeigen, ohne dass an speciellere Verwandtschaft derselben gedacht werden kann.

### 1. Unterordnung. *Rapacia.* Fleischfressende Beutler.

Schneide-, Eck- und Backzähne in beiden Kinnladen.

*Dasyurus*, Beutelmarder. *Perameles*, Beuteldachs. *Didelphys*, Beutelratte. In diese Abtheilung eine Reihe fossiler Gattungen, darunter *Thylacoleo* (Australien) von Löwengrösse.

### 2. Unterordnung. *Carpophaga.* Früchtefressende Beutler.

Oben grosse Schneidezähne, unten je ein meiselförmiger. Oben immer Eckzähne. An den Hinterfüssen Daumen.

*Phalangista*, Kusu. *Petaurus*, Flugbeutler. *Phascolarctos*, Koala.

### 3. Unterordnung. *Poephaga.* Grasfressende Beutler. Kängurus.

Untere Schneidezähne (2) meiselförmig, horizontal. Hinterbeine meist auffallend stärker entwickelt als die vorderen.

*Hypsiprymnus. Macropus.*

### 4. Unterordnung. *Rhizophaga.* Wurzelfressende Beutler.

Oben und unten jederseits ein meiselförmiger Schneidezahn. Keine Eckzähne.

*Phascolomys*, Wombat.

## C. *Monodelphia.*

Die folgenden Ordnungen, welche die Hauptmasse des gegenwärtigen Bestandes der Säuger ausmachen, treten geologisch nach den Beutlern auf und zeichnen sich durch eine innigere Verbindung zwischen Frucht und Mutter mittelst der Placenta aus *(Placentalia.)* Je nachdem bei der Geburt die Schleimhaut des Fruchthal-

ters nicht abgestossen oder zugleich mit den Eihüllen abgestossen wird, zerfallen die Ordnungen in 2 Gruppen, *Adeciduata* und *Deciduata*.

I. ***Adeciduata.***

**3. Ordnung.** ***Edentata.*** Zahnarme. Zähne unvollkommen, ohne Wurzel und Schmelz. Vorderzähne fehlen ganz, mit Ausnahme von *Dasypus sexcinctus*. Ihre Blüthe fällt in die Diluvialzeit Amerika's, während welcher sie sich zu colossalen Formen entwickelt hatten, jedoch erscheint die genealogische Zusammengehörigkeit aller Gattungen, welche man zu den Zahnarmen zählt, zweifelhaft.

Familien: ***Bradypoda.*** Faulthiere. Kopf affenähnlich. Vordergliedmaassen länger. Grobes Haar. *Bradypus. Choloepus.* ***Gravigrada***, Riesenfaulthiere. *Megatherium. Mylodon.* ***Cingulata***, Gürtelthiere. *Dasypus*, *Chlamydophorus*. Das fossile *Glyptodon*. ***Vermilinguia***, Wurmzüngler. *Orycteropus*, afrikanischer Ameisenbär. *Myrmecophaga*, Ameisenfresser (Am.). *Manis*, Schuppenthier (As., Afr.) Die beiden letzteren zahnlos.

**4. Ordnung.** ***Ungulata.*** Hufthiere. Eine in der Gegenwart durch einige grössere Reihen und viele isolirte kleinere Gruppen vertretene Abtheilung, welche durch zahlreiche fossile Formen ihre Ergänzung findet. Die meisten sind Pflanzenfresser mit schmelzfaltigen Backzähnen, einige Omnivoren. Vier bis eine Zehe, mit Hufen.

## 1. Unterordnung. *Perissodactyla.* Unpaarzehige Hufthiere.

Oben und unten Schneidezähne, 5, 3 oder 1 Zehe, die Tapire vorn 4. Magen einfach. Sie umfassen, nach Ausscheidung der Schweine, Klippschliefer und Elephanten die Dickhäuter der älteren Systeme mit Hinzunahme der Pferde.

Eine der wichtigsten fossilen Gattungen ist *Palaeotherium*, mit dreizehigen Füssen und tapirähnlichem Schädel.

*Tapirus. Rhinoceros.*

*Equus*, Pferd. Zähne: i $\frac{3}{3}$, c $\frac{1}{1}$, m $\frac{6}{6}$. Die Pferde als Einhufer erscheinen heute ganz isolirt. Sie werden aber durch die fossilen vier- und dreizehigen Pferde mit den andern Formen verbunden. *Hipparion* mit einer Haupt- und zwei Afterzehen. *Anchitherium*, Füsse entschiedener dreizehig. *Archippus*, vierzehig.

## 2. Unterordnung. *Artiodactyla.* Paarzehige Hufthiere.

Die Schneidezähne der oberen Kinnlade und die Eckzähne fehlen oft. Sie treten meist mit 2 Zehen auf, während die innere und äussere gewöhnlich Afterzehen sind. Magen meist zusammengesetzt.. In der alten Abtheilung der Anoplotheridien wurzelnd gehn sie gegenwärtig in die sehr von einander abstehenden schweineartigen Thiere sammt dem isolirten Flusspferde als nicht wiederkäuende Paarzeher und in die jetzt am reichsten entwickelte Gruppe der Wiederkäuer aus einander.

*Anoplotherium.* Ununterbrochene Zahnreihe ohne hervorstehende Eckzähne. *Oreodon* (Nebrasca), Verbindungsglied zu den Wiederkäuern.

Familien: ***Suina***, Schweine. Die europäischen Kulturrassen stammen theils von dem gemeinen Wildschwein, *Sus scrofa*, theils von dem (nur im zahmen Zustande bekannten) indischen oder chinesischen Schweine, *Sus indicus*, und von deren Kreuzungen[1]). *Dicotyles*, Nabelschwein.

*Archaeotherium* (Nebr.) Charactere der Schweine mit denen der Wiederkäuer und Fleischfresser.

***Obesa***, mit der einzigen Gattung *Hippopotamus*, Flusspferd. Alle folgenden Familien bilden zusammen die Wiederkäuer.

***Tragulidae. Moschidae. Devexae.*** Giraffen. *Sivatherium. Helladotherium. Camelopardalis.* ***Cervina***, Hirsche. ***Cavicornia***, Hohlhörner, mit den Unterfamilien der ***Antilopina***, Antilopen. *Tragoceros. T. amaltheus.* Ziegenhörner; Zähne und andre Charactere der Antilopen. ***Ovina***, Schafe, ***Bovina***, Rinder. *Ovibos*, *O. moschatus*, Moschusochse. *Bubalus. B. buffelus*, Büffel. *Bison. B. europaeus*, Wisent. Auer. *Bos. B. primigenius*, Ur[2]). Von ihm die Kulturraçen von *primigenius*, *trochocerus*, *frontosus*.

Die Familie der ***Tylopoda*** oder ***Camelidae***, Kameele (mit *Camelus* und *Auchenia*, Lama) weicht in Schädelform und Ge-

---

1) Nathusius, Vorstudien für Geschichte u. Zucht der Hausthiere. 1864.

2) Rütimeyer, Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes. Denkschriften der Schweiz. naturh. Gesch. 22. 23. (auch separat).

biss — i $\frac{1}{3}$ c $\frac{1}{1}$ m $\frac{6}{5}$ — sehr von den übrigen Wiederkäuern ab und nähert sich darin am meisten den Pferden.

**5. Ordnung.** *Cetacea.* Cetaceen. Ohne hintere Extremitäten. Schwanz zu einer horizontalen Flosse ausgebreitet. Schädel- und Zahnbildung der gewöhnlich als walartige Säuger zusammengefassten Formen ist so verschieden, die fossilen Ergänzungen so spärlich, dass an eine genealogische natürliche Zusammengehörigkeit der beiden Hauptabtheilungen, der Sirenen und Wale, nicht wohl zu denken ist.

### 1. Unterordnung. *Sirenia.* Pflanzenfressende Cetaceen.

Kopf klein. Die Nasenlöcher öffnen sich vorn an der Schnauze. Backzähne mit breiter Krone. Auf der Oberlippe und an den Mundwinkeln dicke Bartborsten. Zitzen an der Brust.

*Rhytina. Manatus. Halicore.*

### 2. Unterordnung. *Cetacea.* s. s. Wale.

Unbehaart. Nasenlöcher als Spritzlöcher nahe am Scheitel. Zitzen neben dem After.

a. Delphine. *Delphinus. Globiceps. Monodon.*
b. Schnabelwale. *Chaenocetus.*
c. Potwale. *Physeter.*
d. Bartenwale. *Balaena*, Glattwall. *Cyphobalaena*, Röhrenwal. Mit Längsfurchen am Bauche. *Pterobalaena;* mit hoher Rückenflosse.

II. *Deciduata.*

**6. Ordnung.** *Proboscidea.* Rüsselträger. Nase zu einem langen Rüssel verlängert. Schneidezähne als conische Stosszähne. Backzähne entweder mit Querjochen und ununterbrochener Schmelzbedeckung oder zusammengesetzt.

Die im Eocen von Wyoming, N. Am., entdeckten *Loxolophodon* und *Dinoceras* verbinden die Proboscideen mit den Perissodactylen. Sie besitzen 3 Paar Hörner, weit vorstehende Eckzähne im Oberkiefer und 6 an die Tapire erinnernde Backzähne.

**7. Ordnung.** *Lamnungia.* Klippschliefer. Die eigenthümliche Zahnbildung der einzigen Gattung *Hyrax* erinnert theils an die Nager theils an die Rhinozeroten. Der Habitus ist Nagethier-artig. Flache platte Hufe.

**8. Ordnung.** *Ferae* s. *Carnivora.* Fleischfresser. In beiden Kinnladen je 6 Schneide- und jederseits 1 Eckzahn. In

jeder Backzahnreihe zu unterscheiden die Lückenzähne, der Reisszahn und die Mahlzähne. Sohlen- oder Zehengänger.

Familien: *Ursina. Mustelina. Viverrina. Canina. Hyaenina. Felina.*

**9. Ordnung.** *Pinnipedia.* Robben. Ein Seitenzweig der vorigen Ordnung mit Modificirung der Beine für das Wasserleben. Die Zähne verhältnissmässig schwächer, die Backzähne einförmiger als bei den Carnivoren (mit Ausnahme des Walross).

*Phocina. Trichechina.*

Die 6. bis 9. Ordnung haben eine gürtelförmige, alle folgenden eine scheibenförmige Placenta.

**10. Ordnung.** *Prosimii.* Halbaffen. Haben mit den eigentlichen Affen keine nähere Gemeinschaft als den Besitz von Daumen. Sie erscheinen im Gegentheil als die niedrigsten Discoplacentalen, aus deren älteren Vorgängern die folgenden Ordnungen hervorgegangen zu sein scheinen. Das Gebiss ähnelt theils dem der Insektenfresser, theils (*Chiromys*) dem der Nager.

*Chiromys. Geleopithecus. Tarsius. Lemur.*

**11. Ordnung.** *Glires.* Nager. In beiden Kinnladen je zwei bleibende und fortwährend im Verhältniss der Abnutzung nachwachsende Schneidezähne, welche nur an der Vorderseite mit Schmelz überzogen sind. Keine Eckzähne.

I. Familiegruppe. *Sciuromorpha.* Eichhornartige.

Stirnbein breit, mit einem Fortsatze am hinteren Orbitalrande.

*Sciurus*, Eichhorn. *Arctomys*, Murmelthier. *Spermophilus*, Ziesel.

II. Familiegruppe. *Myomorpha.* Mäuseartige.

Stirnbein schmal, ohne Fortsatz am Orbitalrande.

*Myoxina. Palmipedia. Castor*, Biber. *Murina. Georhychi. Macropoda.*

III. Familiengruppe. *Hystrichomorpha.* Stachelschweinartige.

Der Winkel des Unterkiefers geht aus der äusseren Wand hervor und bildet meist einen dreieckigen, nach hinten verlängerten Fortsatz.

*Aculeata. Hystrix. Orycterina. Myopotamus. La-*

*gostomi. Eriomys. Subungulata. Dasyprocta. Cavia. Hydrochoerus.*

IV. Familiengruppe. *Lagomorpha.* Hasenartige.

Hinter den normalen zwei Schneidezähnen noch zwei stiftförmige.

*Lagomys. Lepus.*

12. **Ordnung.** *Insectivora.* Insektenfresser. Treten mit der ganzen nackten Sohle auf. Ihr Gebiss besteht aus Schneide-, Eck- und Backzähnen, letztere mit scharfen konischen Spitzen.

*Erinaceus*, Igel. *Sorex*, Spitzmaus. *Talpa*, Maulwurf.

13. **Ordnung.** *Volitantia.* Fledermäuse. Dass Gebiss besteht aus Schneide-, Eck- und Backzähnen. Hautausbreitungen zwischen den Zehen der Vordergliedmassen und zwischen Vorder- und Hintergliedmaassen, auch zwischen den Schenkeln der Hinterbeine.

*Insectivora*, insektenfressende Fl. *Frugivora*, früchtefressende Fl. Bäckzähne mit platter Krone.

14. **Ordnung.** *Simiae.* Affen. Besitzen meist auch an den Hintergliedmaassen einen entgegenstellbaren Daumen; nach den übrigen osteologischen Charakteren endigt jedoch die hintere Gliedmaasse mit einem Fuss. Alle drei Arten von Zähnen. *Arctopitheci.* Backzähne spitzhöckerig. Vier Pfoten, nur am Daumen der Hinterhand ein Plattnagel. *Hapale*, Seidenaffe. *Platyrhini*, Affen mit breiter Nasenscheidewand. Wie die vorigen nur amerikanisch. *Cebus*, *Mycetes*, *Catarrhini*, Affen mit schmaler Nasenscheidewand, der alten Welt angehörig.

*Cynocephalus*, Pavian. *Inuus*, Makake. *Cercopithecus*, Meerkatze. *Hylobates*, Gibbon. *Pithecus*, Orang-Utan. *Simia*, Schimpanse. *Gorilla*, Gorilla [1]).

---

Hautbedeckungen und Hautskelet. In der Haut der Wirbelthiere werden drei Schichten unterschie-

1) Ueber die Stellung des Menschen zu den Affen und überhaupt zum Thier vergleiche:
Huxley, Stellung des Menschen in der Natur. 1863.
Häckel, Natürliche Schöpfungsgeschichte. 6. Aufl. 1875.
O. Schmidt — Descendenzlehre u. Darwinismus. 2. Aufl. 1874.
Darwin, Die Abstammung des Menschen. 1871.

den: die Lederhaut (*cutis*. Man nennt auch die gesammte Haut *cutis* und die Lederhaut *corium)*, Schleim- oder Pigmentschicht (*stratum Malpighii*) und Hornschicht, wovon die beiden letzteren, aus Zellenelementen und Zellen gebildet, als Oberhaut (*epidermis*) zusammengehören. Unter den verschiedenen Epidermialgebilden sind ausser den verschiedenen Drüsen, welche von der Epidermis aus sich in die Cutis einsenken, besonders die Federn und Haare hervorzuheben. Ihrer Entstehung nach, als Ausstülpungen der Epidermis, stimmen jene mit den Hornschuppen der Reptilien überein. Alle Horngebilde entstehen durch Verdichtung und Verdickung der oberen Epidermisschicht und erhalten ihren Nachschub aus der Schleimschicht als ihrer Matrix. Dies ist auch der Fall, wie bei den Nägeln, Krallen, Hufen, bei den Hörnern des Hornviehs, welche als nicht abfallende Scheiden die Stirnbein-Zapfen überziehen[1]) und damit sich wesentlich vom Geweih unterscheiden. Die Zapfen des Geweihes sind solid; auf ihnen erhebt sich das knöcherne, alljährlich abzuwerfende und wieder zu ersetzende Geweih, welches während des Wachsthums eine Hautbekleidung hat. Diese wird nach Ausbildung des Geweihs abgestreift. Der periodische Wechsel des Geweihs steht in engem Zusammenhange mit der Geschlechtsfunction, und der das Lockerwerden des Geweihs bewirkende histiologische Process ist dem der Caries zu vergleichen. Castrirte Hirsche werfen das Geweih nicht mehr ab.

Die Färbungen der Haut sind theils in der Lederhaut theils in der Oberhaut enthalten. Ein an die Ce-

1) Die amerikanische *Antilocapra* jedoch mit jährlich abfallenden Hornscheiden.

phalopoden erinnernder Farbenwechsel findet sich bei Fröschen und manchen Reptilien. Unter den Fröschen ist der Farbenwechsel besonders bei *Hyla arborea* und *esculenta* auffallend. Hier findet sich an den grün erscheinenden Hautstellen unter einem Pflasterepithel eine Schicht gelber (Fett-) Zellen und darunter eine Schicht dunklerer, gesternter Pigmentzellen, von deren Contractionen die Farbenveränderungen herrühren. In den meisten Hautstellen beobachtet man statt der gelben Zellen Interferenzzellen, die auch sonst zerstreut zwischen den gelben Zellen vorkommen und der Haut einen, jedoch erst bei Vergrösserungen deutlich werdenden Metallschimmer verleihen.

Bei den Chamäleonten sind die Verhältnisse denen der Cephalopoden ähnlich. Das Schillern der Schlangen rührt nicht, wie bei den Cephalopoden, von Flitter- oder Interferenzzellen her, sondern von der feinen parallelen Furchung der Schuppen.

Höchst verbreitet sind Verknöcherungen der Lederhaut, welche im engern Sinne das oft durch Hornplatten und überhaupt Epidermialablagerungen verstärkte Hautskelet ausmachen. Hierher gehören die verschiedenartigen Schuppen der Fische. Sie sind im Einzelnen bei den meisten Selachieren und Knochenfischen von geringerer Ausdehnung, werden aber bei den Ganoiden zu grösseren Platten und scheinen hier von grösster Bedeutung für die richtige Auffassung der Schädeltheile der höheren Wirbelthiere zu werden.

Von grosser Ausdehnung ist das Hautskelet der Schildkröten, bei welchen ebenfalls Theile des inneren Skeletes mit jenem in unmittelbare Verbindung treten. So verbinden sich mit der mittleren Plattenreihe

des Rückenschildes die Dornfortsätze der Rückenwirbel (ausgenommen des letzten, nach anderer Angabe auch des ersten), und ferner werden die Rippen in die breiten Mittelplatten allmälig aufgenommen. Den Umkreis des Rückenschildes bilden 23 Marginalplatten. Auch das Bauchschild der Chelonier, das man früher als Brustbein deutete, gehört dem Hautskelet an. Das Bauchschild besteht gewöhnlich aus neun Stückchen (4 paarigen und 1 unpaarem), deren Verwachsung bei den Landschildkröten sehr frühzeitig eintritt. Noch einmal, bei den Säugethieren und zwar innerhalb der Ordnung der Zahnarmen tritt das Hautskelet in mächtiger Entwicklung auf, so in der Gruppe der *Cingulata*.

Inneres Skelet. Die Skeletlehre ist von den vergleichenden Anatomen von jeher mit Vorliebe behandelt worden, da die Ergiebigkeit der Forschung mehr als bei anderen Partieen in die Augen sprang. Auch trat hier am frühesten die Wichtigkeit der Embryologie hervor und wurde man auf die gesetzmässige Aufeinanderfolge der Gewebe, ihre Entwicklung aus einander hingewiesen. Es war daher einerseits der vergleichenden Deutung der weiteste, oft zu Irrgängen einladende Spielraum gegeben, andererseits konnte eine strenge Methode gerade am Skelet die Grundzüge einer wirklichen Gestalten- und Gestaltungslehre entwickeln. Peter Camper. Vicq d'Azyr. Goethe. E. Geoffroi St. Hilaire. Die deutsche naturphilosophische Schule.

### Wirbelsäule.

Wirbelkörper, Wirbelbögen. Alle Wirbelthiere ohne Ausnahme besitzen ursprünglich die Wirbelsaite, *chorda dorsalis*, einen cylindrischen, in eine

kutikulare (innere) Scheide eingeschlossenen Gallertstrang, welcher von der Mitte des Kopfes bis in die Schwanzspitze sich unter dem Centralnervensystem hinziehend entweder bleibend zur Befestigung der Muskeln dient oder nur die mehr oder weniger vergängliche Unterlage für die in ihrem Umfange sich bildenden Wirbeltheile darstellt. Eine zusammenhängende Skeletschicht als gemeinsame Grundlage derselben ist nicht nachweisbar; sie bestehen vielmehr aus einer unmittelbar um die Wirbelsaite angelegten zelligen Röhre (äussere Chordascheide) und den völlig gesonderten Wirbelbögen, welche von ihr aus paarweise aufwärts das Rückenmark und streckenweise auch abwärts den Eingeweideraum umwachsen. Dabei folgen sie innerhalb der Rumpfmuskulatur der segmentalen Eintheilung derselben. In der Regel gliedert sich die äussere Chordascheide in ebenso viele ringförmige Abschnitte, als obere von ihr getragene Wirbelbögenpaare vorhanden sind; jeder solche Abschnitt stellt dem mit eingeschlossenen Stück der Wirbelsaite einen primitiven Wirbelkörper dar, welcher meist noch durch die sich ausbreitenden Wirbelbogenbasen umwachsen wird (sekundärer Wirbelkörper). Diese Wirbeltheile sind gewöhnlich knorpelig angelegt und die Verknöcherung unterbleibt nur bei niederen Formen.

Unter den Cyklostomen besitzen die Myxinoiden nur die ungegliederte Wirbelsaite; bei *Petromyzon* kommen dazu knorpelige obere Bögen und in der Schwanzgegend ein Paar fortlaufende untere Knorpelleisten (untere Bögen).

Die Fische besitzen ganz allgemein ausser den Wirbelbögen die äussere Chordascheide, welcher selten eine wirkliche Gliederung fehlt (Stör) und die in ihren

vertebralen Abschnitten nur bei den Teleostiern rein knöchern angelegt wird. Die intervertebralen Abschnitte der äusseren Chordascheide bleiben weich-häutige Ringe (Zwischenwirbelbänder); die durch sie verbundenen Wirbelkörper enthalten, namentlich in den tubenförmig erweiterten Enden (Doppelkegelform), mehr oder minder ansehnliche Reste der Wirbelsaite. Die Hauptabtheilungen der Fische zeigen in der Wirbelbildung folgende Unterschiede. Die Selachier besitzen zwischen den oberen Bögen besondere Interkalarknorpel und obere Schlussstücke; die unteren Bögen sind im Rumpfe rudimentär, im Schwanze um die Stammgefässe zu den unteren Dornfortsätzen verbunden (Kaudalkanal). Alle diese Theile bestehen aus theilweise verkalktem Knorpel. Die Ganoiden zeigen Uebergänge von den Selachiern zu den Knochenfischen. So stehen die Störe noch den Selachiern nahe; andere Ganoiden schliessen sich durch die knöchernen Wirbel und die Ausbildung der unteren Bögen der folgenden Abtheilung an. Bei *Lepidosteus* sind sogar die knöchernen Wirbel durch echte Gelenke verbunden. Bei den Knochenfischen vereinigen sich die oberen Bögen zu längeren Dornen; die unteren Bögen bilden im Schwanze Dornfortsätze wie bei den Selachiern, im Rumpfe sind sie aber meist lang ausgewachsen und von den Wirbeln abgegliedert, daher „Rippen" genannt; die am Wirbel zurückbleibenden Wurzelstücke (untere Bögen, untere Querfortsätze *aut.*) bleiben entweder unverändert und tragen dann die abgegliederten Bogentheile (Rippen) an der Spitze, oder sie wachsen nach innen und unten aus, worauf sie sich bisweilen ähnlich den Dornfortsätzen verbinden, und dann sitzen ihnen die Rippen seitlich an. In Ausnahmefällen setzt sich diese

Ausbildung der unteren Bögen in den Schwanz fort, der alsdann auch eine Fortsetzung der Bauchhöhle enthält..

Noch ist eines merkwürdigen Verhältnisses an der Schwanzwirbelsäule der Fische zu gedenken, der Heterocercie, d. i. der Aufwärtskrümmung des Schwanzendes. Sie wird hervorgebracht durch stärkere Entwicklung des unteren Bogenstücke mit Erhaltung der Wirbelkörper und des Endes der Chorda (Selachier, Störe) oder bei Schwund der letzteren Theile (andere Ganoiden, Knochenfische) und gleicht sich bei letzteren im Verlaufe des Wachsthums wenigstens äusserlich mehr und mehr aus.

Obgleich die niedersten Amphibien (*Coecilia*, *Proteus*) sich in der Wirbelbildung, insbesondere durch die Persistenz der Chorda, den Knochenfischen anschliessen, besitzen sie doch schon zum Unterschied von diesen einen knorpeligen Intervertebralring, welcher bei den übrigen Amphibien sich stärker entwickelt und umgekehrt wie bei den Fischen gerade die intervertebralen Chordaabschnitte zusammenschnürt und zum Schwunde bringt. Aus diesem Knorpel entstehen bei den höheren Amphibien auch die Zwischenwirbelgelenke. Die vertebralen Abschnitte der Chorda sind entweder ebenfalls knorpelig (*Anura*) oder wie bei den Teleostiern gleich knöchern angelegt (*Urodela*). Die von ihnen umschlossenen Chordareste gehen theils zu Grunde, theils durch Verknorpelung in den bleibenden Wirbelkörper über. Die Verknöcherung der knorpeligen Wirbeltheile der Amphibien beginnt theils an der Oberfläche (periostale Knochenrinde), theils im Innern des Knorpels (knöcherne Wirbelringe der Frösche). — Früher unterschied man zwei Formen der Wirbelbildung bei den ungeschwänzten

Amphibien, indem bei *Rana*, *Bufo* u. a. der Wirbelkörper um die Chorda herum (perichordal), bei *Bombnator*, *Pelobates*, *Pipa* u. a. nur über derselben (epichordal) sich bilden sollte, sodass sie ausserhalb des Wirbelkörpers atrophirte (Dugès, Müller, Gegenbaur). Dies ist nicht richtig, da bei den letztgenannten Batrachiern die äussere Chordascheide unter der Wirbelsaite, statt vorher ebenfalls knorpelig zu werden, gleich in periostalen Knochen übergeht, und die Wirbelsaite innerhalb des dadurch bloss histiogenetisch verschiedenen Wirbelkörpers ebenso wie bei den anderen Batrachiern sich in Knorpel verwandelt. Die oberen Bögen der Amphibien bilden auch schon Gelenkfortsätze, wie bei den Amnioten; untere Bögen erscheinen in Form von Dornfortsätzen im Schwanze der Urodelen, während das sogenannte Steissbein der Anura aus den verschmolzenen Körpern und oberen Bögen mehrerer Wirbel, sowie aus einem ihnen gemeinsamen unpaaren und ungegliederten hypochordalen Knorpelstabe hervorgeht.

Unter den Reptilien gleichen die Geckonen durch die Persistenz der intervertebral angeschwollenen Chorda und den Mangel der Zwischenwirbelgelenke noch den niedersten Urodelen (Gegenbaur). Bei den übrigen Reptilien führt der Intervertebralknorpel zur Gelenkbildung, indem die vordere Hälfte den Gelenkkopf des vorderen, die andere die Pfanne des hinteren Wirbels bildet. Bei den Krokodilen beginnt schon die Bildung besonderer Zwischenwirbelscheiben (*Menisci*). Die Wirbelsaite verschwindet ganz, die Verknöcherung der Wirbel ist vollständig. Hinsichtlich der Wirbelbögen ist noch hervorzuheben, dass die unteren ausser im Schwanze auch noch im Rumpfe meist durch unpaare Dornen vertreten

sind. — Mit den Reptilien stimmen die Vögel in der Wirbelbildung überein; nur nehmen an der Herstellung ihrer definitiven Wirbelkörper die Bogenbasen einen grösseren Antheil. Im beweglichen Halse sind die *Menisci* sehr entwickelt, fehlen aber in den übrigen Regionen, deren Wirbel untereinander in feste Verbindung treten.

Der Schwanztheil der Vogelwirbelsäule erscheint nur noch bei *Archaeopteryx* in seiner ursprünglichen Form bleibend, welche sich am Embryo der heutigen Vögel, namentlich der Strausse, wiederholt. Die Reduction wird herbeigeführt durch die Verwachsung der vorderen Wirbel mit dem Becken und die Verwachsung der 5 oder 6 letzten Wirbel zum Endkörder. Durch diese Verschmelzung ist der Uebergang der fiederartigen Stellung der Steuerfedern in die fächerförmige bedingt.

Bei den Säugern ist von Anfang an ein bedeutendes Uebergewicht der äusseren Chordascheide und der ihr seitlich aufsitzenden oberen Bögen über die dünne Wirbelsaite vorhanden; daher wird die letztere sehr frühe zum Schwunde gebracht und erhält sich bloss in unansehnlichen Resten (Gallertkern) innerhalb der Zwischenwirbelknorpel, welche sich in die Zwischenbandscheiben verwandeln. Die Entwicklung der Gelenk- und Dornfortsätze aus den oberen Bögen, sowie die Umbildung der unteren geht bei den Säugern ebenso vor sich wie bei Reptilien und Vögeln. Auch die Verknöcherung der Wirbel stimmt bei allen Amnioten durch die Bildung besonderer innerer Knochenkerne überein, welche sich auf die ringförmigen Ossifikationen der Selachier und Batrachier zurückführen lassen. Nur die Knochenrinde, insbesondere der Bogenschenkel, welche bis zu den Reptilien (*Chelonier*) hinauf

die ersten Ossifikationen der Wirbel darstellt, fehlt den übrigen Amnioten.

Die Bildung des Stammskelets der Vertebraten offenbart also einen allmählichen Fortschritt vom Bestehen eines einfachen elastischen Stabes (*Myxinoiden*) bis zur Herstellung einer Reihe diskreter, mit verschiedenen Fortsätzen versehener und eigenthümlich verbundener Wirbel, welche jene embryonale Grundlage des Skelets, die Wirbelsaite, vollständig verdrängen (höhere Amnioten).

Ueber die Zahl der Wirbel lassen sich bestimmtere Regeln nicht aufstellen. Nur die Säuger haben mit wenigen Ausnahmen constant sieben Halswirbel. ***Bradypus torquatus*** hat acht, ***Bradypus tridactylus*** neun, ***Manatus australis*** gewöhnlich sechs. Die Gränze zwischen den Rücken- und Lendenwirbeln pflegt man, von der Anatomie des Menschen ausgehend, nach den Rippen zu bestimmen. Naturgemässer zieht man die Gränze nach dem sogenannten diaphragmatischen Wirbel, mit welchem die Richtung der Dornfortsätze umändert.

***Atlas*** und ***epistropheus.*** Bei Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethieren heissen die beiden vordersten, gewöhnlich durch ihre Form ausgezeichneten Halswirbel ***Atlas*** und ***Ephistropheus.*** Ersterer hat bei Vögeln und Reptilien einen, bei Amphibien und Säugethieren zwei Gelenkgruben zur Aufnahme des oder der ***condyli occipitales.*** Mit dem Körper des ***epistropheus*** ist in der Regel der ***processus odontoideus*** (passender ***os odontoideum*** genannt) verbunden, der bei den Vögeln den ***atlas*** oberhalb der Gelenkgrube durchbohrt. Dieser Knochen findet sich als gesondertes Stück bei den ächten Cetaceen, deren Halswirbel (nur die beiden

ersten bei mehreren Delphinen, mehrere bei andern) verschmelzen. Wie die Entwicklung der Schlangen und Schildkröten gelehrt hat, scheint *os odontoideum* der eigentliche Körper des *atlas* zu sein, während dasjenige Stück des *atlas*, welches man als den Körper dieses Wirbels zu bezeichnen pflegt, eine Modification zweier Bogenschenkel und eines dritten Skeletstückes (Schlussstück des Atlas) ist.

Seitliche Wirbelfortsätze, Rippen. Die oberen oder unteren Wirbelbögen der meisten Wirbelthiere entsenden seitliche Fortsätze zwischen die beiden Hälften der Stammesmuskulatur, deren Gränzscheide bei Fischen und Amphibien schon äusserlich durch die Seitenlienie bezeichnet wird. Diese Auswüchse der Wirbelbögen können sich in allen Körpergegenden in ein mit dem Wirbel continuirlich verbundenes Wurzelstück (Querfortsatz) und ein gewöhnlich längeres Seitenstück (Rippe) gliedern. Die im fertigen Zustande ungegliederten Auswüchse ergeben sich theils nach ihrem Ursprunge und ihren Lagebeziehungen, theils durch den Nachweis einer frühzeitig zurückgebildeten Gliederung, als Homologe der gegliederten Fortsätze, sodass alle diese Formen als (gegliederte oder ungegliederte) Rippenfortsätze zusammengefasst werden können.

Die rudimentären unteren Bögen im Rumpfe der Selachier entsenden durchweg gegliederte Rippenfortsätze, deren Rippen jedoch später verkümmern; an den kaudalen unteren Bögen (Dornfortsätze) fehlen jene seitlichen Auswüchse. Unter den Ganoiden verbindet *Polypterus* die Selachier mit den Teleostiern, indem er ausser den abgegliederten unteren Bögen, welche den „Rippen" der Knochenfische entsprechen, auch noch mit

den Querfortsätzen und Rippen der Selachier übereinstimmende Theile besitzt. Die übrigen Ganoiden scheinen sich wesentlich den Knochenfischen anzuschliessen, deren sogenannte Rippen eben nur abgegliederte untere Bögen sind und daher in die kaudalen Dornfortsätze übergehen (s. o.). Das Verhalten von *Polypterus* rechtfertigt aber die Vermuthnng, dass auch die Knochenfische in denjenigen ihrer sogenannten Fleichgräten, welche in der Seitenlinie zwischen der oberen und unteren Muskelmasse liegen, Homologe der Rippen der Selachier, Amphibien und Amnioten (s. w. u.) besitzen. Die übrigen, innerhalb jener Muskelmassen befindlichen Fleischgräten der *Physostomen* sind lediglich Sehnenverknöcherungen.

Von den Amphibien aufwärts entspringen die Rippenfortsätze lediglich aus den oberen Bögen. Bei den Amphibien behalten sie stets die ursprüngliche seitlichhorizontale Lage wie bei den Selachiern und *Polypterus*, laufen also in der Seitenlinie aus. Die Anura zeigen nur einfache Rippenfortsätze, deren Gliederung nach der Metamorphose zurückgebildet wird; die Urodela und wahrscheinlich auch die Blindwühle haben an jeder Seite eines Wirbels zwei Rippenfortsätze übereinander, deren Rippen und Querfortsätze zu je einem Stücke verschmelzen. Die Rippenbildung der Urodelen setzt sich auf dem Schwanze fort (Menopoma, Salamandra), sodass derselbe Schwanzwirbel einen unteren Dornfortsatz und Rippen trägt. Es können mithin die Rippen nicht als in jene Dornfortsätze übergehend oder beide Bildungen als Homodyname (Gegenbaur) angesehen werden. Die 1—2 Kreuzwirbel zeichnen sich

durch die ansehnliche Entwicklung ihrer Rippenfortsätze aus.

Reptilia. Die Anlage doppelter miteinander verbundener Rippenfortsätze ist an den Halswirbeln der Krokodile (Rathke) sowie an den Kreuz- und Schwanzwirbeln der Saurier und Ophidier nachweisbar; an den Schwanzwirbeln liegen die Fortsätze hintereinander und bleiben ungegliedert, die genannten Halswirbel tragen aber verwachsene Doppelrippen. In der Brust- und Lendengegend der Saurier und Krokodile sowie im ganzen Rumpfe der Ophidier scheint der untere Rippenfortsatz rudimentär zu bleiben, sodass die betreffenden Rippen allein aus dem obern hervorgehen. Alle Rippen in diesen Ordnungen wachsen mit den entsprechenden Muskeln weiter zur Bauchseite hinab als bei den Amphibien. Dies geschieht gleichmässig in den wenig unterschiedenen Körperregionen der Schlangen, bei denen selbst die ungegliederten kaudalen Rippenfortsätze hinabgekrümmt sein können (*Hydrophis*); die Hals- und Lendenrippen der Saurier und Krokodile sind kürzer, ein Theil ihrer Brustrippen stösst aber mit verbreiterten Enden an der Bauchseite zusammen und bildet so das *Sternum* (wahre Rippen). Diese Rippen zerfallen in 2—3 Rippen-Segmente. — Eine eigenthümliche Verlängerung mehrerer findet sich bei *Draco*, wo sie zur Stütze der Flughaut dienen. — Die *Processus uncinati*, vermittelst welcher die Rippen der Krokodile sich dachziegelförmig decken, sind nicht Auswüchse dieser Skelettheile, sondern selbstständig entwickelte, mit ihnen sekundär verbundene Stücke (Rathke). Denselben Reptilien eigenthümlich sind die als Bauchrippen bezeichneten Skeletbildungen in den queren Sehnenstreifen des geraden,

Bauchmuskels, welche aber mit den eigenthümlichen Rippen nichts gemein haben. — Die *Chelonier* besitzen im Halse keine, im Rumpfe und Schwanze ähnlich den Anuren nur einfache Rippenfortsätze, deren Gliederung in Rippe und Querfortsatz unvollkommen aber durch einen zwischen beide Theile eingeschalteten Knorpel deutlich bleibt; auch enden ihre Rippen am Rande des Rückenschildes, das sie bilden helfen.

Die Vögel verhalten sich ähnlich wie die Saurier und Krokodile, indem an ihrem Halse doppelte Rippenfortsätze mit theilweise abgegliederten Rippen vorkommen und im Rumpfe der untere Rippenfortsatz ebenfalls wenig entwickelt ist. Er bildet nämlich nur den Rippenhals, während der Körper mit dem *Tuberculum* der Rippe und der sie tragende Querfortsatz Theile des oberen Rippenfortsatzes sind. Ferner besitzen die Vögel gleich den Krokodilen *Processus uncinati*, welche zur Festigkeit des Rumpfgerüstes beitragen, und an ihren wahren Rippen gliedert sich die untere Hälfte ebenfalls ab (*Ossa sternocostalia*).

Am Halse der Säuger lassen sich die doppelten Rippenfortsätze mit dem von ihnen umschlossenen *Foramen intertransversarium* leicht wiedererkennen. Beim Uebergange in den Rumpf tritt aber nicht wie bei den Reptilien und Vögeln der untere, sondern gerade der obere Fortsatz in der Entwicklung zurück und verwandelt sich im Ganzen in den sogenannten Querfortsatz, an den die Rippe meist, aber nicht ohne Ausnahme (*Monotremen*), sich mit ihrem *Tuberculum* anlegt; sie selbst entsteht bloss aus dem unteren Rippenfortsatz. Der „Querfortsatz“, der Hals und der Höcker der Brustrippen sind also bei Vögeln und Säugern durchaus nicht

bezüglichen Theile. In der Lendengegend der Säuger werden die oberen Rippenfortsätze rudimentär, die meist ungegliederten unteren (untere) Querfortsätze entsprechen daher den verschmolzenen Rippen. Kreuzbein und Schwanzwirbel zeigen ähnliche Verhältnisse wie bei den Reptilien.

## Brustbein.

Der Complex von Skelettheilen, die man unter diesem Namen zusammenfasst, variirt nach Form, Zahl und Verbindung seiner Stücke ausserordentlich. Es lassen sich davon unterscheiden: 1) Ableitungen der verbreiterten Rippenenden — eigentliches *Sternum*; 2) Abgliederungen des Schultergürtels: *Episternum*; 3) selbständig entwickelte vordere und innere Anhangsgebilde.

Bei den Fischen ist noch kein Brustbein vorhanden. An den Amphibien lassen sich zunächst als Brustbeintheile nur jene Anhangsstücke nachweisen, welche sich dem Schultergürtel anschliessen und früher als *Epi-* und *Hyposternum* bezeichnet wurden. Letzteres, irrigerweise auch als eigentliches *Sternum* aufgefasst, verbindet sich zuweilen (*Cystignathus*, *Bombinator*) mit knorpelrippenähnlichen Bildungen zu einem Stück. Während den *Plesiosauren* und Verwandten zwar ein Schultergürtels jedes Brustbeinstück fehlt, besass *Ichthyosaurus* bereits ein *Episternum*, welches mit den Schlüsselbeinen in Verbindung steht. Zu vermuthen gesellt sich bei den Sauriern ein knorpeliges Brustbein, welchem das erstere zum Theil aufliegt. Dieses knorpelige Brustbein ist aus einem plattenförmigen Hauptstücke mit einem paarigen, schlanken unpaaren Anhange zusammengesetzt (Ausnahme *Chamaeleo*).

Mit der Verkümmerung des Schultergürtels und der Vorderbeine bei den schlangenähnlichen Sauriern wird auch das Brustbein reducirt, bis es bei den Schlangen gänzlich verschwunden ist. Bei den Schildkröten wird es durch Theile des Hautskelets ersetzt.

Die Vögel besitzen ein sehr umfangreiches und meist durch einen Kiel ausgezeichnetes kostales Brustbein. Der Kiel fehlt bei unentwickelter Flugfähigkeit (Strausse). Am hinteren Rande finden sich gewöhnlich ein oder zwei Ausschnitte, seltener Fontanellen. Das *Episternum* der Vögel hat man in den Membranen, durch welche die Gabel mit dem Coracoid und dem Sternum verbunden wird. Dass der Kiel der Vögel dem *Episternum* der Saurier entspreche, ist vor der Hand nur Vermuthung.

Den meisten Variationen ist das Brustbein der Säuger unterworfen. Es wird gewöhnlich aus mehreren hinter einander liegenden Stücken gebildet, deren vorderstes des *manubrium*, das hinterste der *processus ensiformis* ist. Die Segmente der Brustbeinkörper entsprechea in der Regel den *interstitia intercostalia,* Ein *Episternum* als Träger der Schlüsselbeine ist entweder vollständig gesondert (*Monotremen,* Beutler, *Edentaten*) oder theilweise in das *Manubrium* aufgenommen, sodass nur zwei seitliche Verbindungsstücke zwischen diesem und den Schlüsselbeinen *Episternalia* genannt werden.

Beim Menschen erscheinen sie als Zwischenknorpel des Sternoclaviculargelenks. Der *Processus ensiformis* dürfte ein hinteres Anhangsstück sein ähnlich dem *Hyposternum* der Amphibien.

## Schulter- und Beckengürtel. Extremitäten.

Bei den meisten Wirbelthieren stehen unmittelbar mit der Wirbelsäule eine Reihe von Skelettheilen in Verbindung, welche der Ortsbewegung dienen.

Am einfachsten verhalten sich diese Skeletstücke der unpaarigen Extremitäten der Fische, oder der Rücken-, After- und Schwanzflossen. Die knorpeligen oder knöchernen Theile, über welche die Flossenhaut ausgespannt ist, heissen Flossenstrahlen. Sie gehören dem Hautskelet an und sind in den Rücken- und Afterflossen durch besondere Stücke, die Flossenträger mit den oberen oder unteren Dornfortsätzen der Wirbel verbunden. Die Strahlen der Schwanzflosse dagegen befestigen sich unmittelbar an den oberen und unteren Dornfortsätzen der letzten Wirbel.

Die paarigen Extremitäten hängen mit der Wirbelsäule durch den Schulter- und den Beckengürtel zusammen. Die Extremitäten selbst correspondiren in ihrer Gliederung, indem die obere Abtheilung immer einfach ist, die anderen aus zwei bis fünf Parallelgliedern bestehen.

Dies gilt jedoch nicht von den Fischen, deren Schultergürtel und Extremitäten einen direkten Vergleich mit denen der übrigen Wirbelthiere (nach Gegenbaur) nicht zulassen. Am Schultergürtel der Fische sind primäre, knorpelig vorgebildete und secundäre, gleich knöchern auftretende Theile zu unterscheiden.

Bei den Selachiern besteht er aus einen knorpeligen Bogen, von bestimmten Kanälen durchbohrt. Durch den einen Kanal tritt der Flossennerv ein; er theilt sich

und verlässt den Knorpel durch 2 Oeffnungen, welche sehr wichtig für die folgenden Bestimmungen sind, um sich in die Muskeln zu begeben.

Die Störe zeigen den Schultergürtel in zwei seitliche Theile getheilt, allein ableitbar von dem der Selachier. Die Oeffnungen im Schulterknochen sind grösser geworden, indem sie nebst dem Nerven einen Theil der Muskulatur aufgenommen haben. Der obere Fortsatz des Knorpels kann als Schulterblatt — *scapulare* — ein hinterer als Rabenschnabelbein — *coracoideum*, ein mittlerer als *procoracoideum* bezeichnet werden. Dazu kommen 4 Belegstücke als secundäre Theile, wovon einer der beiden oberen und die beiden anderen als wahre Hautknochen, der andere obere Deckknochen als Schlüsselbein — *clavicula* — anzusehen. Bei den Knochenganoiden gehen diese Hautknochen mehr und mehr verloren, die *clavicula* bleibt Hauptstück, und dieses Verhältniss hat sich auf die Teleostier übertragen. Indem daher der Schultergürtel der Knochenfische und die Ganoiden von den Selachiern ableitbar ist — am deutlichsten bei Wels und Stör — kann er schon deshalb nicht, wie man früher versuchte, direkt mit dem Armskelet der höheren Thiere verglichen werden. (Cuvier nannte jenen Hauptknochen *humerus*).

Auch bei der Brustflosse der Fische ist diejenige der Selachier die Grundform [1]). Drei grössere Knorpelstücke bilden an der Basis der Flosse die Ver-

1) Die heute ganz isolirt stehende zweizeilige Bildung der Flossen des *Ceratodus* lässt vermuthen, dass in diesem *Archipterygium* (Gegbr.) die ursprünglichste Extremität aufbewahrt ist. Andeutungen und Reste dieser Anordnung finden sich bei verschiedenen Selachiern.

bindung mit dem Schultergürtel und sind nach aussen besetzt mit Knorpelstücken — Strahlen, Radien. Jene drei Abschnitte des Flossenskelets sind von Gegenbaur Propterygium, Mesopterygium und Metapterygium genannt worden. Letzteres ist am wichtigsten.

Die Ganoiden besitzen mit Ausnahme von *Polypterus* nur noch Meso- und Metapterygium. Zwischen ihnen gelangen noch, wie auch schon bei einigen Rochen, 2 bis 3 Strahlen in die Articulation mit dem Schultergürtel. Bei den Stören wird das aus dem Mesopterygium hervorgegangene fünfte Basalstück in den lateralen Knochenstrahl des secundären Flossenskelets eingebettet, so dass also auch dieser Strahl in unmittelbare Verbindung mit dem Schultergürtel tritt.

Bei den Teleostiern bilden nun ebenfalls 5 Basalstücke die Verbindung mit dem Schultergürtel, wovon die drei mittleren aus Strahlen, die beiden seitlichen aus den ursprünglichen Basalien abzuleiten sind. Die Veränderung bis hierher ist also hauptsächlich durch Reduction hervorgerufen, und es kann die Flosse nicht mit der Hand der höheren Thiere verglichen werden. Die vollständige Flosse der Selachier ist eine mehrarmige. Ausgangspunkt der Vergleichung zwischen Fischen und höheren Wirbelthieren können nur die Selachier sein; es fehlen aber die Zwischenstufen.

Im Schultergürtel der übrigen Wirbelthiere können folgende Stücke miteinander vorkommen: *suprascapulare*, *scapula*, *os coracoideum*, *procoracoideum*, *clavicula*. Der letztere Knochen, das Schlüsselbein ist bis auf die Säugethiere ein nicht knorpelig präformirter, ein Belegknochen, hat aber bei den Säugern seine Natur

verändert und geht ebenfalls aus einer knorpeligen Grundlage hervor. Alle diese Theile finden sich bei Fröschen und Eidechsen, während bei den geschwänzten Amphibien das Gestell noch einfacher ist. Eine Verkümmerung tritt bei den schlangenähnlichen Eidechsen ein und die Schlangen haben keine Spur von Schultergerüst und vorderen Extremitäten [1]). Die Crocodile besitzen blos *scapula* und *carocoideum*. Die Schildkröten haben eine stielförmige *scapula* und von den ventralen Theilen des Gerüstes ist, wie aus der Entwicklung derselben mit einer knorpeligen Grundlage mit dem Schulterblatt hervorgeht, der vordere *procoracoideum*, der hintere *coracoideum*.

Das Schultergerüst der Vögel besteht jederseits

---

1) Auf den wirklichen Beweis, dass hier und entsprechend bei den hinteren Extremitäten eine Verkummerung vorliegt, nicht etwa ursprüngliche niedere Zustände ist Fürbringer eingegangen )die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnlichen Sauriern. 1870). Er sagt: „Die Begründung lässt sich geben und zwar erstens durch die Untersuchung von älteren Embryonen (wo bereits alle Extremitätentheile vorgebildet sind) oder sehr jungen Thieren und die Vergleichung dieser mit dem ausgewachsenen Thiere. Entspräche z. B. das Becken einer *Anguis fragilis* der niederen Stufe einer Entwicklung, die erst im Becken der Saurier mit wohl entwickelten Extremitäten ihren Höhepunkt erreicht, so müsste dasselbe beim Embryo oder dem sehr jungen Thiere noch geringer entwickelt sein, als beim ausgewachsenen Thiere. Nun zeigt aber das Becken einer eben erst geborenen *Anguis fr.* eine verhältnissmässig weit bedeutendere Entwicklung, als dies im späteren Alter der Fall ist“ u. s. w. „Ein weiterer Beweis lässt sich geben durch die Vergleichung von embryonalen oder jungen typischen Sauriern mit ausgewachsenen schlangenähnlichen Sauriern. Würden die Knochen der ersteren und der letzteren Uebereinstimmung zeigen, so könnte man sie für niedere (vorangehende) Entwicklungszustände halten, die Untersuchung zeigt aber gerade das Gegentheil“ u. s. w. l. c. Seite. 59.

aus drei Knochen, einer meist langen, schwertförmigen *scapula*, dem starken *os coracoideum* und der *clavicula*. Gewöhnlich verschmelzen beide *claviculae* und bilden zusammen die sogenannte *furcula*, die Gabel. Mehrere Papageien verlieren die *furcula* ganz. —

Das Schultergerüst der Säugethiere besteht in seiner Vollständigkeit aus drei Stücken: *os coracoideum*, *clavicula* und *scapula*. Das *os coracoideum* verschmilzt jedoch selbst in dem einen Falle, bei den Monotremen, wo es vom Schulterblatte zum Brustbein reicht, später mit der *scapula*; bei allen übrigen Säugethieren erscheint es nur als *processus coracoideus*, ohne das Brustbein zu erreichen. Für die *clavicula* ist als Regel anzunehmen, dass sie bei denjenigen Säugethieren vorkommt, welche die vorderen Extremitäten nicht ausschliesslich zum Gehen gebrauchen, sondern auch zum Klettern und Graben, zum Ergreifen der Nahrung u. dergl. Daher besitzen sie z. B. viele Nager und Insectivoren, die Affen vollständig. Andere Nager (*Lepus* u. a.) haben sie unvollkommen. Bei den reissenden Thieren wird sie noch mehr rudimentär (*Felix*) oder verschwindet ganz.

Oberarm (*humerus*) und Vorderarm (*radius*, *ulna*) der Klassen von den Amphibien aufwärts bieten natürlich eine Menge Abänderungen. Besonders variit das Verhältniss von Elle und Speiche nach der zu erzielenden Beweglichkeit und Drehbarkeit der Hand. Wird der Gebrauch der Hand einfacher, so tritt eine Verwachsung der beiden Knochen ein und bei den Wiederkäuern wird damit das untere Ende der Elle rudimentär. Selbst bei den Pferden fehlt die untere Epiphyse der Elle nicht, ist jedoch, wie die obere, völlig mit derjenigen der Speiche

verschmolzen. Bei den Fledermäusen ist die letztere der alleinige Unterarmknochen.

Am lehrreichsten ist die Vergleichung der Handwurzel (*carpus*). Die einfachsten oder ursprünglichsten Verhältnisse zeichen die Salamandrinen und Perennibranchiaten: eine erste Querreihe von Knorpeln und Knochen, bestehend aus dem an der Radialseite liegenden *radiale*, dem gegenüber liegenden *ulnare* und dem *intermedium*; eine zweite Querreihe, sich nach der Zahl der Finger, resp. Metacarpusknochen richtend, *carpalia*, wozu ein zwischen beide Reihen eingeschlossenes Stück kommt, das *centrale*. Bei den ungeschwänzten Amphibien, wo Radius und Ulna verschmelzen, fehlt aus der ersten Reihe das *intermedium* und das *centrale* rückt ganz an die Aussenseite des *radiale*. Die *carpalia* verschmelzen zum Theil mit einander, z. B. dei *Bufo vulgaris* die *carpalia* 3, 4, 5.

Sehr auffallend stimmen im Bau des *Carpus* die Chelonier mit den geschwänzten Amphibien überein. Hier tritt auch ein dem *os pisiforme* der Säugethiere und des Menschen zu vergleichender Knochen auf, der in allen Fällen als ein Sesambein aufzufassen ist, an der menschlichen Hand eingefügt der Sehne des *extensor carpi ulnaris*.

An der Handwurzel der Saurier fehlt allgemein das *intermedium*; am meisten aber weicht diejenige der Crokodile von derjenigen ab, welche als Ausgangspunkt diente. Die Hauptbestandtheile sind *ulnare* und *radiale*; die zweite untergeordnete Reihe setzt sich aus dem an den inneren Handrand gerückten, die Stelle zweier Carpalien vertretenden *centrale* und einem grossen *carpale* (3+4+5) zusammen.

Im Carpus der Vögel finden wir nur das *radiale* und *ulnare;* jedoch hat A. Rosenberg gezeigt, dass in ähnlicher Weise wie am Tarsus (s. u.) ein Theil des embryonalen Carpus mit dem Metacarpus verschmilzt. Bei den Säugethieren aber erhebt sich die Zahl der Stücke des Carpus bei Ausbildung von fünf Fingern wieder auf neun und nähert sich auffallend den unteren Typen. Die speciellen Homologieen sind aus der weiter unten folgenden Tabelle zu ersehen.

Zum Beckengürtel gehören jederseits drei Knochen, die aber ganz oder zum Theil verschwinden können und mehr oder minder mit einander verwachsen; es sind das Hüftbein (*os ileum*), Sitzbein (*os ischii*) und Schaambein (*os pubis*).

In dieser Vollständigkeit ist es jedoch bei den Fischen noch nicht, indem bei den Selachiern sich nur ein Knorpelbogen, bei den Knochenfischen ein paariger Knochen sich findet. Die Flossenknorpel sind bei den Plagistomen an zwei von den Schenkeln des Beckenbogens nach hinten gerichteten Knorpeln befestigt, an welche sich auch die zangenförmigen Hülfsbegattungsorgane der Plagistomen und Chimären schliessen. Der erwähnte paarige Knochen der Knochenfische trägt unmittelbar Flossenstrahlen, nur bei *Polypterus* finden sich *ossa metatarsi.*

Die Amphibien und Reptilien zeigen die grössten Verschiedenheiten. Unter den ersteren haben die Batrachier eine sehr auffallende Form des Beckens. Die Hüftbeine sind sehr lang und bilden mit ihrem hinteren, verbreiterten Theile eine Scheibe, indem dieser sich mit dem Sitzbein und Schaambein verbindet, und

indem die letzteren Knochen beider Seite verschmelzen, Die Crokodile sind durch eine sehr abweichende Lage der Schambeine ausgezeichnet. Die Beckenknochen der Saurier (mit ihnen wohl auch der Crokodile und Schildkröten?) scheinen nicht genau den bisher gleich benannten Theilen der Säuger zu entsprechen. Sie besitzen (Grosky. Fürbringer) statt des *os pubis* ein *os ileopectineum*, welches dem *tuberculum ileopectineum* des Menschen entsprechen soll. Ihr *os ischii ant.* aber ist ein *os pubo-ischium*, eine Verschmelzung des *os ischii* und *os pubis*. Bei den schlangenähnlichen Eidechsen treten Verkümmerungen ein, die bei den meisten Schlangen zum gänzlichen Schwund des Beckens und der Extremitäten geführt haben. Doch besitzen wenige derselben (*Typhlops. Stenops. Python. Boa)* noch Rudimente, am vollständigsten *Boa*, wo der Hauptknochen als *os ileopectineum*, die übrigen als *os ilei*, *os pubis*, *femur* und *tibia* zu deuten sind.

Eine Eigenthümlichkeit des Beckens der Vögel ist, dass es, mit Ausnahme des afrikanischen Strausses, unten offen bleibt. Die Hüftbeine verbinden sich sehr eng mit den letzten Rückenwirbeln und dem Kreuzbein; Sitzbein und Schaambein sind nicht beträchtlich, namentlich ist letzteres nur ein schmaler, länglicher Knochen, der, nachdem er mit dem Unterrande des Sitzbeins parallel gelaufen und sich mit diesem vereinigt hat, es nach hinten überragt.

Die Säugethiere haben ein vollständiges Becken, mit Ausnahme der Cetaceen, wo es bis auf einen oder zwei kleine, mit dem Kreuzbein nicht verbundene, sondern ganz im Fleische liegende Knochen verkümmert. Die Verbindung mit dem Kreuzbein geschieht in der

Regel nur durch das Hüftbein. Ausnahmsweise, z. B. beim Vampir, dem Faulthier, ist das Becken vorn nicht geschlossen. In Bezug auf die Weite bilden die Faulthiere nach der einen, der Maulwurf, mit sehr engem Becken, nach der andern Seite das Extrem. Ganz eigenthümlich sind die, beiden Geschlechtern gemeinsamen sogenannten Beutelknochen der Monotremen und Beutelthiere, welche auf dem vorderen Schaambeinrande sitzen.

Die Skelettheile des Ober- und Unterschenkels sind die Homologa von Ober- und Vorderarm, *femur* = *humerus*, *tibia* = *radius*, *fibula* = *ulna*. Man hat die *patella* für einen losgelösten, dem *olecranon* der Elle homologen Theil erklären wollen; allein die Entwicklungsgeschichte zeigt die Unzulässigkeit. Die Kniescheibe ist ein Sesambein aus der Sehne des *extensor cruris*.

Bei der Fusswurzel (*tarsus*) ergeben sich ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei der Handwurzel. Es ist wiederum auszugehen von den geschwänzten Amphibien (*Siredon*, *Menopoma*. Salamandrinen), wo drei Stücke — *fibulare*, *intermedium*, *tibiale* — an die Unterschenkel-Knochen stossen, ein viertes Stück — *centrale* — in der Mitte des Tarsus liegt und fünf *tarsalia* an die fünf Stücke des Mittelfusses (*metatarsus*) stossen. Sehr abweichend hiervon ist die Fusswurzel der Batrachier: *intermedium* und *centrale* fehlen; *tibiale* und *fibulare*, gewöhnlich *astragalus* und *calcaneus* genannt, haben die Form zweier längerer Röhrenknochen angenommen und von den *tarsalia* sind in der Regel nur die drei inneren, zuweilen verschmolzen, vorhanden. Die an der Innenfläche des Tarsus der Anuren gelegenen ein oder zwei Knorpel, welche über den Rand des Fusses vorspringen,

lassen sich als Rest einer sechsten Zehe deuten, obwohl damit die unmittelbare Abstammung der Anuren von solchen Urodelen, welche den heutigen gleichen, ausgeschlossen ist (Born).

Von den Reptilien schliessen sich wieder die Schildkröten den ungeschwänzten Amphibien enger an, doch treten schon Verschmelzungen auf, welche bei den Eidechsen die Regel sind: die obere Reihe sammt dem *centrale* ist durch einen einzigen Knochen repräsentirt, welcher straff mit dem Unterschenkel verbunden ist, so dass das Fussgelenk ein Intertarsalgelenk wird. Abweichend beim Crokodil bleibt das *fibulare* selbständig und wird durch einen hinteren Fortsatz zu einem wahren *calcaneus*. Das *tibiale* ist aber mit *intermedium* und *centrale* verschmolzen, jedoch nicht das Homologon des *astragalus* der Säuger, in welchen das *centrale (naviculare)* nicht aufgegangen ist.

Eine höchst merkwürdige Mischform zeigt die fossile Sauriergattung *Campsognathus*. Der Fuss dieses Geschöpfes ist Reptilienfuss, insofern er getrennte Metatarsalien und Tarsalien besitzt, er ist aber Vogelfuss, da sein oberes Tarsalstück mit der Tibia vereinigt ist. Einen vollkommenen Vogelfuss hat aber der *Archaeopteryx*.

Der Tarsus der Vögel wird embryonisch in zwei Stücken angelegt. Das obere verbindet sich sehr früh mit der Tibia, das untere verschmilzt mit dem Mittelfusse. Letzterer besteht beim Embryo aus drei parallelen Knochen, welche bei *Aptenodytes* in der Mitte getrennt erhalten bleiben. Dem Einen grossen „Laufknochen“ ist bei den vierzehigen Vögeln am unteren Ende noch ein kleineres, die vierte Zehe tragendes Stück angefügt.

Der Tarsus der Säugethiere mit vollkommen entwickelten Zehen (sämmtliche Unguiculaten) kann aus dem der geschwänzten Amphibien oder Schildkröten abgeleitet werden. Bei rudimentärer Entwicklung einzelner Zehen verschmelzen entweder einzelne Stücke mit einander oder einzelne Theile der zweiten Reihe des Tarsus verkümmern.

Hinsichtlich der Reductionen innerhalb der beiden Extremitäten (*Ulna* und *Fibula*. *Metacarpale* und *Metasarpale* II, IV und V mit zugehörigen Fingern und Zehen), so wie der stärkeren Entwicklung einzelner Theile (*Radius* und *Tibia*; *Metarcarpale* und *Metatarpale*, dritter Finger und dritte Zehe) bilden *Tapirus*, die jüngst entdeckten amerikanischen vierzehigen Pferde, *Palaeotherium*, *Anchitherinm*, *Hipparion* und *Equus* eine interessante Reihe.

Die Homologieen zwischen vorderer und hinterer Extremität sind (nach Gegenbaur) in folgender Tabelle übersichtlich:

| Schultergürtel. | | Beckengürtel. |
|---|---|---|
| scapula | = | ilium |
| procoracoid | = | os pubis |
| coracoid | = | os ischii |
| clavicula | = | fehlt |
| **Vordere Extremität.** | | **Hintere Extremität.** |
| humerus | = | femur |
| radius | = | tibia |
| ulna | = | fibula |

| Carpus in primitiver Form | Carpus in umgebildeter Form | Tarsus in primitiver Form | Tarsus in umgebildeter Form |
|---|---|---|---|
| radiale | = naviculare | = tibiale | = astragalus (tibiale + intermedium) |
| intermedium | = lunatum | = intermedium | |
| ulnare | = triquetrum | = fibulare | = calcaneus |
| centrale | = centrale | = centrale | = naviculare |

| | bei Nagern, Insectivoren u. Affen. | | |
|---|---|---|---|
| carpale [1] | = multangulum majus | = tarsale [1] | = cuneiforme I |
| carpale [2] | = multangulum minus | = tarsale [2] | = cuneiforme II |
| carpale [3] | = capitatum | = tarsale [3] | = cuneiforme III |
| carpale [4] } carpale [5] } | = hamatum | = { tarsale [4] tarsale [5] } | = cuboideum |

Kopfskelet.

Wir besitzen im Amphioxus ein Wirbelthier, bei welchem es noch nicht zu einer Concentration und Faltung der vorderen Partie des centralen Nervensystems, zur Bildung eines Gehirns und mithin auch nicht einer vor der übrigen Hülle des Rückenmarkes sich auszeichnenden Schädelkapsel gekommen ist. Wohl aber liegt unterhalb des vorderen Chorda- und Rückenmarktheiles eine ganze Reihe paariger knorpelartiger Bogen, welche den Eingang des Verdauungskanales und die Kiemenhöhle umspannen, schon hier als Visceralskelet sich darstellen und in verminderter Anzahl und in sehr verschiedenartiger Verwendung auch bei allen übrigen Wirbelthieren in Verbindung mit dem Schädel das Kopfskelet bilden. Trotz der engen Beziehungen beider Theile zu einander empfiehlt es sich, Schädel und Visceralskelet gesondert zu betrachten.

Schädel. Unter allen Umständen entsteht der Schädel in Continuität mit der primären Wirbelsäule oder dem knorpeligen Rückenmarksrohre und ist als Primordialschädel eine aus einem Stücke bestehende Knorpelkapsel mit einer Höhlung für das Gehirn und seitlichen Höhlen und Vertiefungen für die Sinnesorgane. In diesem Zustande verharrt der Schädel bei den Cyclostomen und Selachiern, zum Theil auch den Knorpelganoiden, während bei den übrigen Fischen und den an-

dern Wirbelthieren der Primordialschädel zum Theil, d. i. mit Erhaltung einzelner Knorpelpartieen, oder ganz dem knöchernen, aus einzelnen Knochen bestehenden Schädel Platz macht.

Bei den Cyclostomen wird der untere Theil des Hinterhauptes durch einen aus der äusseren Scheide der Chorda hervorgehende Knorpel gebildet, in welchen sich auch die Spitze der *chorda dorsalis* hineinstreckt, und der seitlich ein Paar blasige Auftreibungen, die Gehörkapseln, trägt. Zwei vordere divergirende Fortsätze hängen mit den Gesichtsknorpeln zusammen. Ueber diesem *os basilare*, mit ihm fest verwachsen und zwischen den Gehörblasen und den Fortsätzen liegt die knorpelhäutige *(Ammocoetes, Myxine)* oder mehr *(Petromyzon)* oder minder *(Bdellostoma)* verknorpelte Gehirnkapsel, eine unmittelbare Fortsetzung des Rückenmarksrohres, an welche sich nach vorn die Nasenkapsel anschliesst. Durch den Mangel von Kiefern unterscheiden sich die Rundmäuler von allen höheren Wirbelthieren.

Der einheitliche Knorpelschädel der Selachier zerfällt je nach seinen Beziehungen zum Hirn und den höheren Sinneswerkzeugen in sich von selbst ergebende (Occipital-, Labyrinth-, Orbital-, Ethmoidal-) Regionen. Es tritt aber gleich hier die Nothwendigkeit ein, die zwei vorderen Visceralbogen zu untersuchen, indem bei den Knochenfischen und höheren Wirbelthieren die meisten aus ihnen hervorgehenden Theile sich enger mit dem Schädel verbinden. Der erste Visceralbogen bildet bei den Selachiern die Kiefer, jedoch entspricht der Oberkiefer derselben nicht dem gleichnamigen Knochen der Knochenfische u. s. w., sondern den Knochen der Gaumenregion nebst dem unteren Stücke des Kieferstieles, dem

Quadratum der früheren Zootomen (*quadrato-jugale* von Joh. Müller) und heisst daher *os palatoquadratum*. Aus dem zweiten Visceralbogen geht unten das Zungenbein, oben ein von diesem zum Schädel führender Stiel hervor, welcher jedoch auch sich mit dem Kieferbogen in Verbindung setzt und deshalb *hyomandibulare* genannt wurde.

Bei den Stören beginnt die Bedeckung des Primordialschädels durch sogenannte secundäre Knochen. Auf dem Axentheile, welcher bei den höheren Thieren durch das Keilbein — *sphenoideum* — eingenommen wird, liegt ein ausgedehntes *parasphenoideum*, und oben und seitlich treten Hautknochen in unmittelbare Verbindung mit der Knorpelkapsel. Kiefer und Zungenbogen verhalten sich wesentlich wie bei den Selachiern. In den Knochen-Ganoiden sind dann jene Umwandlungen vor sich gegangen, welche zu den Knochenfischen führen.

Auch bei den meisten Knochenfischen[1]), in ausgedehnter Weise z. B. beim Hecht und Lachs, bleiben zeitlebens Theile des knorpeligen Schädels bestehen, auch wenn sie von den über ihnen sich bildenden Knochen bedeckt sind; im Allgemeinen aber macht der Schädel den Eindruck „knöchern" zu sein, und geht ein grosser Theil dieser Knochen zwar nicht aus dem Knorpel hervor, setzt sich aber, unter Schwund des letzteren, an seine Stelle. Am Hinterhaupt unterscheiden wir das *os occipitale basilare*, 2 *occipitalia lateralia* und das *occ, superius*. Die Ohrgegend wird von drei Knochen gebildet; hinten liegt das sehr variable *opisthoticum (inter-*

1) J. Vrolik, Studien über die Verknöchernng und die Knochen des Schädels der Teleostier. Niederl. Arch. f. Zool. I. 1873.

*calare* Vrolik) oben und hinten das *epioticum (occipitale externum Antt.)* und vor dem ersteren das *prooticum*. Alle bisher genannten Knochen sind, bis auf das zweifelhaft *intercalare*, integrirende primordiale Bestandtheile des Schädels. Als Deckknochen tritt in der Schläfengegend eine Schuppe, *squamosum* (Cuviers *mastoideum*) hinzu.

An der Schädelbasis findet sich sehr regelmässig ein grosses *parasphenoideum* als Deckknochen, über dessen hinterem hinterem Theile nicht selten ein kleineres *sphenoideum basilare* vorhanden. Dasselbe wird jedoch so von dem *prooticum* d. i. dem *petrosum Autt.*, überdeckt, dass es von der Begränzung der Schädelhöhle ausgeschlossen ist. Zwei andere paarige primäre Knochen dieser Region sind das *sphenoideum posterius* und *anterius*. Als Belegknochen der Scheitelregion finden wir die 2 *parietalia* und die *frontalia* bei welchen letzteren die grossen mittleren *frontalia principalia* und die nach auswärts gelegenen *front. posteriora* und *anteriora* zu unterscheiden sind. Endlich hebt sich als ein grosses vorderes Schlussstück der Schädelkapsel das nach vorn verlängerte *ethmoideum* ab, auf welches sich oben das *nasale*, unten der *vomer* legt, letzterer wiederum als ein secundärer Knochen.

Jene Partie, welche oben als *hyomandibulare* und *palato-quadratum* bezeichnet wurde, ist bei den Knochenfischen als Unterkieferstiel und Gaumenbogen vorhanden. Jener besteht in der Regel aus vier Theilen, von denen der obere (*quadratum* Joh. M.) sammt dem mittleren hinteren (*symplecticum* Cuv.) dem *hyomandibulare* entsprechen, das mittlere vordere aber (*tympanicum* Cuv.) und das untere *quadratojugale* J. M. oder *quadratum Att.*) aus dem Palatoquadrat-Knorpel hervorgegangen sind. Die

Gruppe der Gaumenknochen, der andere Theil des Palat-Knorpels, besteht aus *pterygoideum posterius* und *anterius* sive *transversum*, und *palatinum*. Denn nun sind als eigentliche Oberkieferknochen das *maxillare* und *praemaxillare* aufgetreten, als deren Vorläufer man die oben nicht erwähnten unbedeutenden Lippenknorpel der Selachier ansieht. Jede Unterkieferhälfte aber, wesentlich der unteren Hälfte des primären Kieferbogens entsprechend, ist in der Regel aus drei Theilen zusammengesetzt, dem *os dentale*, einem Belegknochen, dem *articulare* und dem den unteren hinteren Winkel bildenden *angulare*. Weniger häufig findet sich ein innerer Deckknochen, das *operculare*. Ueber die Kiemendeckel unten. Ganz untergeordnete Theile des Hautskelets sind die in einem Bogen unter und hinter dem Auge sich hinziehenden *ossa infraorbitalia*, besonders ausgedehnt in der Familie der Panzerwangen.

Auch am Amphibien-Schädel unterscheidet man einen knorpeligen Primordialtheil mit seinen enchondrostotischen Verknöcherungen und die Belegknochen. Der erstere bildet ein ähnliches Ganzes, wie bei den Selachiern. Die Hinterhauptregion besteht nur aus den beiden verknöchernden *occipitalia lateralia*, welche die beiden Gelenkhöcker bilden. Auch das Labyrinth befindet sich zum Theil in einer seitwärts von den *ossa occipitalia* liegenden Verknöcherung (zum Theil in den Hinterhauptbeinen selbst), welche gewöhnlich als *os petrosum*, neuerlich als *prooticum* bezeichnet wird. Nach aussen von der Ohrgegend tritt ein starker Knorpelstiel hervor, welcher dem halben und von der anderen Seite ganz getrennten *os palatoquadratum* zu entsprechen scheint. In der vorderen, der Ethmoidalregion, verknö-

chert auch ein Theil, am stärksten bei den Fröschen zu einem ringförmigen Stück, dem Gürtelbein (*os enceinture* Cuv.). Dasselbe ist weder als Stirnbein noch als Orbitosphenoid aufzufassen, sondern als eine Bildung eigner Art, im Sinne eines Riechbeins. Alle übrigen Bestandtheile des Amphibienschädels sind Belegknochen. Oben finden wir die *parietalia* und *frontalia*, bei den Fröschen jederseits zu einem *fronto paritale* verschmolzen, vor ihnen die *nasalia*. Längs der Basis des Knorpelschädels erstreckt sich das *parasphenoideum*. Auf dem knorpeligen Theile des Unterkieferstieles liegt das schon von Cuvier als Träger des Trommelfelles bekannte *tympanicum*, unter ihm das in Fortsätze ausfallende *pterygoideum*, welches vorn an das quer gelagerte *palatinum* stösst. Noch weiter nach vorn liegt der paarige *vomer*. Zwischenkiefer und Oberkiefer bilden einen Bogen, der nach hinten bis zum Unterkieferträger durch einen Knochen, welcher theilweise auch die Gelenkfläche für den Unterkiefer bildet, vervollständigt wird, das *quadrato-jugale*. Der Unterkiefer behält, wenn auch oft in geringer Ausdehnung, seine knorpelige Grundlage, und bleibt dieselbe namentlich als Gelenkverbindung mit dem Suspensorium, als *articulare* bestehen.

Die Uebereinstimmung der Reptilien mit den Vögeln zeigt sich namentlich auch im Schädel. Bei beiden wird nur ein Gelenkkopf durch das *occipitale laterale* mit Hinzutreten der Seitentheile gebildet, der Unterkiefer ist durch einen Stiel mit der Gehirnkapsel verbunden und von Gehörknöchelchen ist nur der aus dem zweiten Visceralbogen hervorgehende Steigbügel vorhanden; endlich zeigt der Unterkiefer eine gleiche Zusam-

mensetzung, welche sich bei manchen Formen in jeder Hälfte auf 6 Stück steigert. Im Allgemeinen ist bei den Reptilien der Gesichtstheil weit mächtiger entwickelt, als die Gehirnkapsel, so dass dieselbe sogar bei den Crokodilen und Schildkröten durch Ausdehnung der Gaumen- und Stielpartie seitlich und unten fast ganz verdeckt wird. Der Vogelschädel hingegen bekommt eine charakteristsische Gestalt durch das verhältnissmässig weit grössere Gehirnvolumen und das Schmächtigerwerden der Kiefertheile, der Gaumentheile und des Jochbogens. Auch zeichnet sich der Vogelschädel durch eine frühe und sehr vollständige Verwachsung der die Schädelkapsel bildenden Theile aus. Hiervon abgesehen, bewegen sich die Modifikationen des Schädels der Sauropsiden hauptsächlich in der Gaumen-, Jochbogen- und Quadratbein-Gegend, und ist in dieser Hinsicht die Entfernung zwischen ächten Eidechsen und ächten Schlangen grösser als zwischen ersteren und den Vögeln. Dies vorausgeschickt, gestalten sich die Eigenthümlichkeiten und wesentlichsten Variationen der einzelnen Regionen und Theile wie folgt. Von den vier Theilen des *occipitale* nimmt bei den Schildkröten das *os superius* eine abweichende Gestalt an, indem es seitlich zusammengedrückt hinten hinaus in einen ansehnlichen Fortsatz verlängert wird. Die die Ohrkapsel bildenden Theile lassen sich, ehe die Verschmelzungen eintreten, überall als *opisthoticum*, *prooticum* (*petrosum Antt.*) und *epioticum* unterscheiden, ohne dass eine wahre Homologie mit den gleich benannten Theilen des Fischschädels vorliegt. Das letztere verschmilzt immer mit dem *occip. superius*, das erste bleibt bei den Schildkröten für sich bestehen. Die gänzliche Verwachsung aller dieser Theile unter sich und

den Umgebungen tritt bei den Vögeln ein. Es kommt dazu ein *os squamosnm*, mit welchem nach unten und aussen das *quadratnm* sich in Verbindung setzt, und welches bei den Schlangen, von länglicher Gestalt, mit den benachbarten Theilen weniger fest verbunden ist.

Vom *sphenoideum* ist nur der hintere Theil ansehnlicher entwickelt; an ihn schliesst sich in der Regel ein Stiel an, auch Keilbeinschnabel genannt. Aeusserst variabel sind die Flügeltheile. Die *alae magnae* (Alisphenoide) kommen bei den Crokodilen und Vögeln, rudimentär bei den Schildkröten vor. Bei den Sauriern finden sich statt derselben theilweise ossificirte Membranen. Die Schlangen haben keine Spur davon. Eigentliche *alae parvae* (Orbitosphenoide) fehlen den Reptilien. Unter den Vögeln besitzen sie nur die Strausse.

Das *os parietale* ist einfach bei den Eidechsen Schlangen und Crokodilen, paarig bei den Schildkröten und Vögeln. Bei den meisten Reptilien, am augenfälligsten bei den Schildkröten, wird das Scheitelbein mit dem Flügelbein durch eine breite Platte, die *columella* verbunden.

Höchst veränderlich zeigt sich auch die Stirnregion. Eidechsen und Crokodile haben ein *frontale principale*, die übrigen ein paariges. Bei den Reptilien kommen dazu die *frontalia posteriora* und *anteriora*, letztere getrennt durch die *ossa nasalia*. Nur bei den Schildkröten, denen die Nasenbeine fehlen, stossen sie in der Mittellinie zusammen. Ein vor und seitlich von dem vorderen Stirnbein liegendes *os lacrymale* findet sich bei den Sauriern und Crokodilen und ist auch bei den Vögeln in der Regel ein beträchtlicher, die Augenhöhle vorn und oben begränzender Knochen.

Von der dem Geruchsorgan angehörigen Gruppe sind die Nasenbeine schon erwähnt. Ein ausgebildetes knöchernes *ethmoideum* fehlt den Reptilien. Das Siebbein der Vögel ist eine grosse unpaarige, mitunter auf der Schädeloberfläche zu Tage tretende Platte, welche namentlich zur Bildung der Augenhöhlenscheidewand beiträgt. Unbedeutender sind die von dem vorderen Rande der Mittelplatte ausgehenden Seitentheile des Riechbeines. Eine Eigenthümlichkeit der Nasenbeine der Vögel besteht darin, dass sie theilweise, seltner völlig durch den mittleren aufsteigenden Ast des Zwischenkiefers getrennt werden. Der *vomer* zerfällt bei den meisten Reptilien — den Crokodilen fehlt er — in zwei seitliche Hälften. Nur bei den Cheloniern ist er unpaar; ebenso bei den Vögeln, unter denen jedoch mehrere straussenartige (z. B. *Dromaeus novae Hollandiae*) die ursprüngliche Trennung erkennen lassen.

Nie fehlt den Reptilien und Vögeln das dem unteren Theile des *palato-quadratum* der niederen Wirbelthiere entsprechende *os quadratum*, welches, ob beweglich oder unbeweglich, oben sich mit dem als *squamosum* bezeichneten Knochen verbindet, unten die Gelenkfläche für den Unterkiefer bietet. Zugleich ist es auch durch den Jochbogen oder den Gaumenapparat oder beide zugleich mit dem Oberkiefer in Verbindung. Bei den Crokodilen, Schildkröten und vielen Eidechsen ist das Quadratbein unbeweglich, bei den Schlangen und Vögeln in Gelenkverbindung mit jenen Knochen. Die eine Knochengruppe also, welche aussen am Schädel verläuft, der Jochbogen besteht vollständig aus dem an das Quadratbein anstossenden Quadratjochbein (dem *os quadrato-jugale*) und dem *os jugale*. Die Verbindung beider

Theile unter einander, des Jochbeins mit dem Oberkiefer und des Quadratjochbeins mit dem Quadratbein ist bei den Crokodilen und Cheloniern eine sehr feste. Bei den Crokodilen legt sich das Quadratjochbein an die ganze äussere vordere Kante des Quadratbeins, und dieselbe Lage hat es bei den Seeschildkröten; dagegen ist es bei den Landschildkröten an den oberen, vorderen Theil des Quadratbeins gerückt.

Bei den Eidechsen tritt allmälig eine Verkümmerung des Jochbeins ein. Nur einzelne, wie *Stellio*, haben Jochbein und Quadratjochbein vollständig, dann löst sich das Jochbein vom Quadratjochbein los, bei *Monitor*, und der Uebergang zu den Schlangen ist vollendet durch *Gecko*, wo beide, den Schlangen gänzlich mangelnde Knochen sehr rudimentär sind oder auch fehlen. Bei den Vögeln erscheint der Jochbogen als ein dünner langer Stiel, durch welchen bei der Vorwärts- und Aufwärts-Bewegung des unteren Endes des Quadratbeins auch der Oberschenkel mit gehoben wird.

Die Flügel- und Gaumenbeine, *ossa pterygoidea* und *palatina*, treten mit der Schädelaxe und unter sich mit ihrem inneren Rande in feste Verbindung, wogegen bei Sauriern und Schlangen die Befestigung an Keilbein und Pflugscharbein sehr gering wird oder wegfällt, und sie dann lediglich als Verbindung des Oberkiefers mit dem Suspensorium des Unterkiefers dienen. Bei den Sauriern, Schlangen und Crokodilen tritt mit wenigen Ausnahmen, ausser dass das Gaumenbein zum Oberkiefer geht, noch ein Zwischenglied zwischen Oberkiefer und Flügelbein auf, das *os transversum* s. *pterygoideum externum*. Bei einigen Schildkröten *(Testudo, Trionyx)* berührt das Flügelbein selbst das hintere Ende

des Oberkiefers. Die *columella* ist oben berührt. Bei den Schlangen, denen Joch- und Quadratjochbein fehlen, ist der Gaumenbogen die einzige bewegliche und verschiebbare Brücke zwischen Oberkiefer und Quadratbein geworden.

Auch bei den Vögeln sind die Verbindungen, welche die beiden Theile des Gaumenbogens eingehen, nur lose. Das Flügelbein geht vom Quadratbein zur Schädelachse, das Gaumenbein von hier zum Oberkiefer an einen nach innen gerichteten Fortsatz des Oberkiefers. Bei den straussenartigen Vögeln tritt jedoch der *vomer* zwischen das vordere Ende des Flügelbeins und das hintere des Gaumenbeins einerseits und den Keilbeinschnabel, während bei den anderen die Gaumen- und Flügelknochen direkt mit dem Keilbeinschnabel artikuliren.

Von den Oberkiefertheilen ist meist das *maxillare* der Hauptknochen. Nur bei den Vögeln wird er vom *intermaxillare* übertroffen. Das letztere ist bei den Crokodilen und Schildkröten (mit Ausnahme von *Chelys*) paarig, bei den übrigen Reptilien (mit Ausnahme der Scincoiden) und den Vögeln verschmelzen die beiden Hälften. Der Zwischenkiefer der Vögel bilden den grössten Theil der Oberskinnlade und sendet ein Paar Fortsätze zwischen den Nasenbeinen bis zur Stirn.

Auch in der Zusammensetzung des Unterkiefers herrscht zwischen Reptilien und Vögeln die grösste Uebereinstimmung. Er besteht aus folgenden Stücken, welche bei den Vögeln verschmelzen: 1) das Zahnstück, *os dentale*, trägt Zähne, mit Ausnahme der Chelonier, bei denen es auch (*Chelys* ausgenommen) wie bei den Vögeln, mit dem der Gegenseite zeitig verschmilzt; 2) das Gelenkstück, *os articulare*, bildet allein oder

mit den zwei folgenden die Gelenkfläche für das Quadratbein; 3) das hintere Ausfüllungsstück, *os angulare*, bildet den unteren Wirbel; 4) das äussere Ausfüllungsstück, *os supraangulare*, liegt über dem *angulare*, aussen auf dem hinteren Theile des Unterkiefers; 5) das innere Ausfüllungsstück, *os operculare*, trägt zur Bildung der inneren Wand des Unterkiefers bei; 6) das Kronenstück, *os complementare*, ist unbedeutend bei den Crokodilen, ansehnlicher bei den Sauriern und Cheloniern. Von diesen Knochen fehlen den Schlangen, namentlich den giftigen, mehrere. Bei den *Eurystomi* sind die Kieferäste nur durch Band mit einander verbunden. Von den besprochenen Theilen des Reptilien- und Vogel-Schädels erweisen sich als Deckknochen das: *parietale*, *squamosum*, *frontale*, *postfrontale*, *vomer*, *nasalia*, *lacrimalia*, *maxillare*, *intermaxillare*. Von dem knorpeligen *maxillare inferius* rührt das *articulare* her. Die übrigen Theile sind Belegstücke, durch welche der Knorpel nach und nach verdrängt wird.

Bei den Säugethieren ist die Betheiligung von Belegknochen an der unmittelbaren Umschliessung des Gehirns noch beträchtlicher, als bei den vorhergehenden Klassen, was durch den unvollständigen Zustand des Primordialcraniums herbeigeführt wird. Charakteristisch ist die feste Verbindung des Gesichtsknochen unter sich und mit der Schädelkapsel, die Reduktion des Jochbogens auf das Jochbein und die Verwendung des knorpeligen Materials des Quadratbeins und des Gelenktheils des Unterkiefers zur Bildung der beiden äusseren Gehörknöchelchen (s. unten).

Von den 4 Theilen des Hinterhauptbeins geben die zwei seitlichen die *condyli occipitales* ab und wach-

sen häufig (z. B. Schwein) in *processus paramastoidei* aus. Das *sphenoideum* besteht allgemein aus zwei Theilen, dem *sph. posterius* und *anterius;* jenem gehören die *alae magnae* s. *temporales*, diesem die *alae parvae* s. *orbitales* an.

Das Siebbein bildet durch die gewöhnlich mehr als beim Menschen entwickelte Siebplatte den vorderen Schluss der Schädelhöhle. Mit Ausnahme der Affen und einiger Gürtelthiere fehlt die Orbitalplatte des Siebbeins, das sogenannte *os planum* oder die *lamina papyracea.* Sehr mannigfaltig sind die vom Siebbein ausgehenden Muschelbildungen und die mit der Hauptplatte wechselnde Stellung der Nasenscheidewand, an welche sich das Pflugscharbein anschliesst.

Die Scheitelbeine werden selten dadurch, dass sich Stirnbein und Hinterhauptschuppe berühren, von einander gedrängt, wie bei den Cetaceen. Sehr häufig ist noch ein Zwischenscheitelbein, *interparietale,* vorhanden, was sich als Schaltknochen namentlich bei Nagern und Wiederkäuern zwischen die Hinterhauptsschuppe und die Scheitelbeine einschiebt. Das Stirnbein besteht immer aus zwei Hälften, welche nicht selten, am vollkommensten bei den Affen, wie beim Menschen zu einer Platte verschmelzen. Viele Veränderungen bieten die Nasenbeine dar; sie sind bei den meisten Ordnungen von beträchtlicher Länge, bei den Cetaceen aber mit der Verkümmerung und Umgestaltung des Geruchsorganes auf ein Paar kleine, die Nasenhöhle nicht mehr deckende Platten reducirt. Auch die Thränenbeine variiren sehr. Es fehlt den Robben und ist bei *Manis* innig mit dem Oberkiefer verwachsen, bei den

Delphinen mit dem Jochbein. Nach anderen Angaben fehlt es auch den Delphinen.

Die Partie des Säugethierschädels, welche man gewöhnlich als die Schläfenbeingruppe bezeichnet, ist aus sehr verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt. Die das innere Ohr umschliessenden Partieen, knorpelig angelegt, bilden das Felsenbein mit seinem Anhange dem Zitzenfortsatz, *processus mastoideus*. Letzterer kann ganz fehlen, so bei den Monotremen und ächten Cetaceen. Dazu kommt als Belegknochen der das Trommelfell ausspannende Trommelknochen, *os tympanicum*, durch dessen Auftreibung die besonders bei Nagern und reissenden Thieren sehr beträchtliche *bulla ossea* entsteht. Auch die Schuppe, welche bei keinem Säuger so ausgedehnt, wie beim Menschen, zur Ergänzung der Schädelwandung beiträgt, ist, wie überall, Belegknochen. Sie giebt die Gelenkfläche für den Unterkiefer und verlängert sich in einen Jochfortsatz.

Ein dem Quadratjochbein entsprechender Theil fehlt den Säugethieren. Dagegen ist die Verbindung des Oberkiefers mit dem Jochfortsatz der Schläfenschuppe durch das Jochbein sehr constant, und nur einige Edentaten, deren Jochbein nicht bis zum Schläfenbeine reicht, und einige Andere (*Centetes*, *Manis*, *Sorex*), die gar kein Jochbein haben, machen eine Ausnahme. Die Verbindung des Jochbeins mit dem Jochfortsatze des Stirnbeins kommt, ausser beim Menschen, auch bei den Affen, den Ein- und Zweihufern u. a. vor. Die Lagerung des Gaumenbogens zur Schädelaxe und der oberen Kinnlade erinnert an die der Crokodile. Beim Menschen ist das Flügelbein (als *ala pterygoidea interna)* sehr eng mit dem Flügelfortsatz des Keilbeins

verbunden und hat überhaupt eine sehr geringe Ausdehnung. Ein ähnliches Verhalten zwischen beiden Theilen findet bei den Affen und Halbaffen statt. Auch bei den Pachydermen tritt das Flügelbein gegen den Flügelfortsatz zurück. Bei den Wiederkäuern, zu welchen das Pferd führt, halten sich Flügelbein und Flügelfortsatz schon die Wage, und in der Ordnung der Nager (z. B. bei *Castor, Hystrix*) nimmt der Flügelfortsatz im Gegensatz zum Flügelbein mehr und mehr ab, bis er bei den Beutlern ganz rudimentär wird oder verschwindet. So ist es auch bei den meisten Fleischfressern. Die Edentaten und Monotremen haben keine Spur von Flügelfortsätzen. Das Gaumenbein wird bei den Säugern mehr äusserlich sichtbar, als beim Menschen; in dem Maasse, als das Flügelbein sich von dem Oberkiefer entfernt, und je grösser diese Entfernung ist, desto niedriger pflegen beide Knochen zu werden. In Bezug auf die Höhe der Knochen schliessen sich daher an den Menschen der Elephant, das Känguruh, die pflanzenfressenden Cetaceen an. Grösse und Ausdehnung des Oberkiefers richtet sich in der Regel nach der Bezahnung (vergl. jedoch *Myrmecophaga).* Zwischen seine beiden Theile ist vorn der ebenfalls immer paarige Zwischenkiefer, der Träger der Schneidezähne, eingeschoben, sein Umfang hält daher auch mit der Entwicklung dieser Zähne gleichen Schritt. Nur bei den meisten Affen und dem Menschen verwächst er in der Mitte und mit dem Oberkiefer.

Höchst interessante Resultate ergeben sich aus der Vergleichung des Schädels des jungen Thieres mit dem des alten. Die noch mangelhafte Bezahnung bedingt ein Zurücktreten des ganzen Gesichtstheiles. Die Schä-

delkapsel ist anfangs abgerundeter, und erst mit zunehmendem Alter, mit der allmäligen Entfaltung des Gebisses treten in Folge der mechanischen Wirkungen der Muskeln jene Leisten und Kämme hervor, die Zeichen der Kraft und Wildheit, welche zum Theil im Zustande der Zähmung eine Rückbildung erleiden. Andere sehr bemerkenswerthe Verschiebungen betreffen namentlich die Scheitel-Hinterhauptsgegend. Wale. Rind.

Visceralskelet (Zungenbein und Kieferapparat). Der Eingang der Verdauungshöhle wird von einer, bei den Fischen zahlreicheren (6—8), bei den höheren Wirbelthieren auf 3 reducirten Reihe von Bogenpaaren umgeben und gestützt, welche nach der Beschaffenheit des übrigen Skelets knorpelig oder knöchern sind und ursprünglich alle der Respiration dienten, wenn sie auch bei Reptilien, Vögeln und Säugern diese Beziehung gänzlich aufgegeben haben und bloss als Erbtheil aus niederen Zuständen zu neuen Functionen übergegangen sind.

Dass auch der erste Visceralbogen, welchen wir schon oben, da er in engen Zusammenhang mit dem Schädel getreten, behandelt haben, gleich den hinteren im Dienste der Athmung stand, folgert Gegenbaur aus dem Vorkommen des „Spritzloches“ bei Selachiern und Ganoiden, als einer rudimentären Kiemenspalte und der daran befindlichen rudimentären Kieme. Aus dem zweiten Visceralbogen ist das Zungenbein und die dasselbe an der Schädelbasis befestigenden Zungenbeinbogen hervorgegangen. Sein oberer Theil ist oben bei den Knochenfischen ebenfalls schon erwähnt, als *hyomandibulare*. Er ist aber bei den Selachiern und Chimären noch selbständig und „besitzt noch seine

ursprüngliche Bestimmung als kiementragender Skelettheil, indem von ihm ausgehende, in Radien getheilte Knorpelplättchen die Vorderwand der ersten Kiementasche stützen. Diese Beziehung ist sowohl bei den Ganoiden als Teleostiern zurückgetreten, da jene Kieme auf den Kieferstiel oder vielmehr auf den damit verbundenen Opercularapparat sich gelagert hat, und als Kiemendeckelkieme nur bei Ganoiden respiratorische Funktion behält" (Gegenbaur). Die auf dem Zungenbeinbogen der Knochenfische und Ganoiden sitzenden, die Kiemenhaut ausspannenden Knochenstrahlen — *radii branchiostegi* — erscheinen daher als Homologa jener Knorpelplättchen der Selachier, und als eine solche, den Kiemenhautstrahlen gleiche Bildung kann dann auch das dem *hyomandibulare* aufsitzende *operculum* der Ganoiden und Knochenfische angesehen werden. Auch die folgenden Kiemenbogen, *arcus branchiales*, der Fische sind in der Mittellinie unten durch unpaare, dem Zungenbeinkörper entsprechende Stücke, *copulae*, vereinigt. Es sind deren fünf; das letzte Paar trägt aber keine Kieme, sondern fungirt, gewöhnlich mit Zähnen bewaffnet, als ein Kauapparat, untere Schlundknochen, *ossa pharyngea inferiora*. *Ossa pharyng. superiora* werden die oft durch starke Bewaffnung ausgezeichneten oberen Abschnitte der vorhergehenden Kiemenbogen genannt.

Die Amphibien zeigen als Wasser athmende Larven und Perennibranchiaten, wo mit dem Zungenbein der Kiemenapparat verbunden ist, grosse Aehnlichkeit mit den Fischen. Mit dem Uebergang zur Luftathmung tritt eine Reduktion des ganzen Kiemenapparates ein und es bleiben von den Kiemenbogen höchstens ein Paar stielförmige Rudimente am Zungenbeinkörper sitzen.

Durch Uebertragung solcher Zustände im Wege der abgekürzten Vererbung erklären sich die „Kiemenbogen“ und „Kiemenspalten“ der nie Kiemen tragenden höheren Klassen. Wenn bei ihnen mehrere Paare von Zungenbeinhörnern sich finden, so sind diese ebenfalls auf solche vererbte Kiemenbogen zurückzuführen.

Die Reptilien bieten hinsichtlich der Form und Ausdehnung des Zungenbeinkörpers und der Anzahl der Hörner sehr viele Verschiedenheiten dar. Bei den Schlangen, deren Zunge in einer Scheide liegt, finden sich nur Spuren des Zungenbeins als zwei zur Seite der Scheide liegende und sich vorn vereinigende Knorpelstreifen. Die Saurier und Schildkröten haben meist mehrere, die Crokodile nur ein Paar Hörner.

Das Zungenbein der Vögel ist nach einem sich ziemlich gleichbleibenden Typus gebaut. An den einfachen länglichen Zungenbeinkörper schliessen sich vorn gewöhnlich die paarigen, mehr oder minder mit einander verschmolzenen *ossa entoglossa* an (als deren Aequivalent bei den Säugethieren die sogenannte *lytta* anzusehen). Nach hinten verlängert sich der Körper in den Stiel. Die beiden aus zwei bis drei Segmenten bestehenden Hörner werden bei einigen Vögeln auffallend lang, indem sie sich über den Schädel herum bis zu den Nasenbeinen und dem Oberkiefer biegen (Specht, Wendehals, Kolibri).

Der Zungenbeinkörper der Säugethiere wird von zwei Paar Hörnern getragen. Er ist sehr verschieden gestaltet. Eine der abweichendsten Formen hat *Mycetes*, wo er zur Aufnahme eines vom Kehlkopf ausgehenden Sackes ausgehöhlt ist. Die vorderen, den Körper an die *pars petrosa* des Schläfenbeins heftenden Hörner

haben zwei bis drei Segmente, deren letztes als *processus hyoideus* mitunter (Mensch, Orang) mit dem Schädel verwächst. Die hinteren, auch zuweilen (bei Nagern, Cetaceen, Edentaten) fehlenden Hörner sind gewöhnlich einfach und stehen mit den oberen Hörnern des Schildknorpels in Verbindung.

Von den Amphibien aufwärts ist übrigens der obere Theil des zweiten Visceralbogens zur Bildung des kleinen, oft in eine Platte und einen Stiel getrennten Gehörknöchelchens der Amphibien, der *columella*, des länglichen Gehörknöchelchens der Reptilien und Vögel, und des Steigbügels, *stapes*, der Säuger verwendet.

## Die Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule.

Zuerst hat J. P. Frank[1]) den Schädel mit der Wirbelsäule verglichen. Er sagt: *In ea semper opinione versatus sum, quamcunque spinalis columnae vertebram pro parvo eodemque transverso cranio esse considerandam.* Und ferner spricht er von der *extrema et ex omnibus maxime conspicua mobillissimaque vertebra*, *quam calvariam appellamus.*

Eine eigentliche Schädel-Wirbel-Theorie ist aber erst 1807 von Oken aufgestellt, nachdem Goethe schon seit vielen Jahren ganz ähnliche Ideen bei sich hatte reifen lassen. So lange die Entwicklungsgeschichte nicht mit sprach und die Vergleichung vorzugsweise die oberen Klassen berücksichtigte, waren selbstverständlich die Deutungen der grössten Unsicherheit und Willkür ausgesetzt, wie vor allem die der Geschichte angehörigen

1) *Delectus opuscolorum academicorum.* 1792.

Versuche der Oken'schen Schule zeigen. Erst mit den Fortschritten der Entwicklungsgeschichte und der Histiologie schien die Schädel-Wirbeltheorie eine sichere Grundlage zu bekommen, vornehmlich als man gefunden zu haben glaubte, es sei der Schädel aus zwei ganz wesentlich verschiedenen Knochengattungen, den primären, aus Knorpel entstehenden, und den secundären, ohne knorpelige Grundlage, zusammengesetzt. In den ersteren allein sollten Aequivalente und Homologa von Wirbelthieren gefunden werden können. Jetzt ist die Genesis der Knochen dahin aufgeklärt [1]), dass in so weit ein principieller Unterschied zwischen primären und secundären Knochenbildungen gar nicht stattfindet, als nie aus dem Knorpel sich Knochen bildet, letzterer sich nur an die Stelle des sich auflösenden Knorpels setzt und dass unter allen Umständen das Knochengewebe aus wesentlich gleichen Neubildung, der osteogenen Substanz (Osteoblasten) hervorgeht, mag dabei Knorpel zu Grunde gehen oder nicht. Dennoch lässt sich unter einem neuen Gesichtspunkte (O. Hertwig) der Gegensatz festhalten. Da, wie unten näher hervorzuheben, Schuppe und Zahn identisch und sich theils direct nachweisen theils schliessen lässt, dass nach aussen gelegene Deckknochen aus Schuppen, die Deckknochen der Mundhöhle aber aus der Verschmelzung von Basaltheilen von Zähnen mit späterem Abortivwerden der Zähne selbst hervorgegangen sind: so erscheinen die ossificirten Abschnitte des Primordialcraniums als scharf davon getrennt; und unter diesen Voraussetzungen kann man primäre und secundäre Kno-

1) N. a. durch Gegenbaur. Ueber primäre und secundäre Knochenbildung mit besonderer Beziehung auf die Lehre vom Primordialcranium. Jenaische Zeitschrift III.

chen unterscheiden. Da nun aber dieselbe Bildungsweise auch für die Wirbel gilt, da in einzelnen Fällen (*Esox, Salmo)* die Dornfortsätze als „Belegknochen" mit den übrigen Theilen des Wirbels ein Ganzes bilden, so würde schliesslich die Entstehungsweise der Knochen dennoch eine Vergleichung von Schädeltheilen mit Wirbeln oder Wirbeltheilen gestatten.

Allein auf dem bisherigen Wege kommt man nicht zum Ziel; und wiederum ist es Gegenbaur, welcher diesen Nachweis geliefert und ganz neue Gesichtspunkte eröffnet hat, nachdem Huxley die bisherige Anschauungsweise erschüttert. Der wichtigste und auch sofort einleuchtende Einwand gegen die alte Schädel-Wirbel-Theorie ist, dass nie eine Segmentirung oder Metamerenbildung im Primordialcranium erfolgt wie in der knorpeligen Wirbelsäule. Die Wirbelähnlichkeit gewisser Abschnitte gerade des Säugethierschädels, während die niederen Klassen wenig oder nichts davon zeigen, ist eine zufällige. „Jene Segmentirung erscheint als ein durch die Ossification gegebener Zustand, und dass diese zu jenen (wirbelkörperähnlichen) Formen (*occipitale basilare, sphenoidalia*) führt, ist in den Wachsthumsgesetzen des Schädels zu suchen, die eine gleichartige Vergrösserung bedingen und damit eine Wiederholung von Knochenkernen sowohl in der Grundfläche als in den Seitenwandungen." Indem er auf die Zusammenziehung und Verschmelzung von Metameren im Kopf der Arthropoden hinweist und auf das Vorhandensein der Visceralbogen als den Rippen entsprechender Bildungen, schliesst Gegenbaur weiter, dass wir in dem ungetheilten Primordialcranium einen solchen später erworbenen und vererbten Zustand zu erblicken haben, dessen mit der

Wirbelsäule übereinstimmender Vorläufer aber bei den heutigen Wirbelthieren ganz übersprungen wird. Es „bezeugen die Bogen des Visceralskelets die primitive Zusammensetzung des Schädels aus einer Mehrzahl von Abschnitten, die als Wirbeläquivalente aufzufassen sind.“ Weitere Aufschlüsse sind durch das Studium der Hirnnerven und ihrer Austrittsstellen aus dem knorpeligen und knöchernen Schädel zu erwarten.

Muskelsystem. Die Entwicklung der Musculatur richtet sich im Allgemeinen nach derjenigen des Skelets, so dass, wo homologe Skelettheile nachgewiesen sind, auch die homologen Muskeln sich finden. Nicht immer jedoch ist mit der Reduction und Verkümmerung von Skelettheilen eine gleiche Verkümmerung der entsprechenden Muskeln verbunden, wie sich z. B. an den Extremitäten der Saurier zeigt, auch kann bei völliger oder fast völliger Gleichheit der Knochen eine Verschiedenheit der Muskulatur vorhanden sein, wie z. B. von den Muskeln des Menschen und der Saurier die des ersteren am Brustgürtel, die der letzteren am Beckengürtel entwickelter sind. Es empfiehlt sich auch hier, nicht das ganze Muskelsystem nach der Klasse durchzugehen, sondern einige der hauptsächlichsten Modifikationen und Abweichungen sich von selbst sondernder Muskelgruppen durch die einzelnen Klassen hindurch zu verfolgen.

### Hautmuskeln.

Bei den Wirbelthieren findet sich das System der Hautmuskeln nirgends in der Art ausgeprägt, wie es für sehr viele Würmer und die Mollusken charakteristisch ist, dass nämlich mit der Hautbedeckung selbst, mit der *cutis*, ansehnliche Muskelstraten innig verwebt sind. Viel-

mehr liegen hier die Hautmuskeln immer unter der Haut, mit der sie sich nur stellenweise verbinden; sie sind dünn und gehen oft, namentlich bei den Säugethieren, in grosse Aponeurosen über.

Bei den ungeschwänzten Batrachiern sind als Hautmuskeln einige Anspanner der Rückenhaut zu nennen (*pubio-dorso-cutané* und zwei *coccy-dorso-cutanés* Duj.). Die meisten Hautmuskeln unter den Reptilien haben die Ophidier, wo sie sich theils von den Rippen nach den Schuppen begeben, theils die Bauchschuppen und Seitenschuppen unter einander verbinden, theils auch von dem vorderen zum hinteren Rande einzelner Schuppen gehen und zur Krümmung derselben dienen.

Bei den Vögeln finden sich ausgedehnte, dünne Hautmuskeln, welche die Haut contrahiren und die Federn sträuben. Namentlich bei den Wasservögeln treten an die Conturfedern je vier bis fünf kleine Muskeln, um dieselben allseitig zu bewegen. Auch die Muskeln der Flughaut (*m. m. patagii*), langer und kurzer Spanner der vordereu Flughaut und der Spanner der hinteren Flughaut, sowie der Aufrichter der Steuerfedern am Schwanze (*m. levator rectricum*) gehören hierher.

### Rippenheber. Interprocessual- und Intercostalmuskeln.

Bei den Fischen lassen sich diese Muskeln als eigene Systeme nicht unterscheiden; bei den übrigen Wirbelthieren richten sie sich nach dem Vorhandensein der Rippen und der Beweglichkeit der Wirbelsäule und der Rippen. So fehlt den Cheloniern das System der *levatores costarum* und der *m. m. intercostales*, welche dagegen bei den Schlangen ausserordentlich entwickelt und

vervielfältigt sind. Als Analogon der Rippenheber finden sich am Halse der Vögel kleinere von den Querfortsätzen zu den Rippenrudimenten (s. ob.) gehende Muskeln. Bei der Festigkeit des Rumpftheiles der Vögel sind auch die entsprechenden Interprocessualmuskeln nicht sehr entwickelt.

Zu den Intercostalmuskeln ist der *m. rectus abdominis* zu rechnen, zwischen dessen Bäuchen da, wo sonst in der Regel die *inscriptiones tendineae* sich finden, beim Crokodil die Bauchrippen liegen. Die Ausbreitung dieses, den Fischen und Cheloniern fehlenden Muskels kann eine sehr bedeutende sein; er kann sich da, wo das Brustbein fehlt, z. B. bei den Myxinoiden, die keinen Bauchtheil des Seitenmuskels haben und ausnahmsweise unter den Fischen den *rectus* besitzen, vom After bis zum Zungenbein erstrecken und fungirt somit unmittelbar als *sternohyoideus*.

### Bauchmuskeln.

Auch die Ausdehnung der übrigen eigentlichen Bauchmuskeln, nämlich der *m. m. obliqui externus* und *internus, transversus* und *pyramidalis* ist zum Theil eine viel grössere, als die menschliche Anatomie lehrt, indem bei den Sauriern sowohl die schiefen Bauchmuskeln als der quere theilweise die Brusthöhle überziehen. Den Fischen fehlen diese Muskeln gänzlich, mit Ausnahme der Myxinoiden, die ausser dem geraden auch einen schiefen Bauchmuskel besitzen. Der *transversus* fehlt den Ophidiern, der *pyramidalis* fast allen Amphibien und Reptilien.

Die Vögel stimmen ziemlich mit den Säugern überein; bei beiden ist in der Regel der *pyramidalis*

nicht vorhanden. Die Beutler haben ihn jedoch ausserordentlich entwickelt.

Das Zwergfell ist, ausser bei den Säugethieren, die es vollständig besitzen, nur rudimentär vorhanden oder gar nicht. Rudimentär haben es die Chelonier. Das rudimentäre Zwergfell der Vögel, der sogenannte Lungenmuskel, ist bei den eigenthümlichen Athemvorrichtungen von grosser Wichtigkeit; es dient theils dazu, während des Flügelschlags die unter der Lunge gelegenen Luftsäcke von der Lunge abzuhalten, theils, die Oeffnungen der Luftsäcke in die Lunge mehr oder weniger zu verschliessen. Zu einer die Brust- oder Bauchhöhle trennenden Querscheidewand wird das Zwergfell erst bei den Säugethieren. Merkwürdig sind die im Zwergfelle einiger Säugethiere, namentlich des Kameels, vorkommenden Verknöcherungen.

### Die Muskeln der unpaaren Flossen.

An den unpaaren Flossen der Fische hat man zweierlei Muskeln zu unterscheiden: ein oder mehrere dicht neben der Mittellinie verlaufende kleinere Paare, welche sich an die Flossenträger setzen und zum Heben und Senken der Flossen dienen, und dann eigene Muskeln für die Flossenstrahlen, welche als Seitwärts-, Vorwärts- und Rückwärtszieher wirken. Die Afterflosse wird vorzüglich von Seitswärtsziehern bewegt.

### Schulter-, Becken- und Extremitätenmuskeln.

Noch weniger als die Knochen lassen sich die Muskeln der paarigen Gliedmassen der Fische auf die Muskeln derselben Gegenden bei den übrigen Klassen zurückführen. Sie beschränken sich auf einige Heber und

Niederzieher, Rückwärtszieher und Strecker; kleinere, zwischen den Flossenstrahlen befindliche Muskeln nähern diese einander.

Im Uebrigen aber ist schon sowohl bei den Amphibien und Reptilien, abgesehen von denjenigen mit kleinen oder verkümmerten Extremitäten, als bei den Vögeln die Anordnung der Muskulatur vorhanden, die wir beim Säugethiere und beim Menschen finden. Was nun *a*) die Muskeln der Schultern und der vorderen Gliedmassen anbetrifft, so lässt sich Folgendes bemerken:

Die Schultermuskeln sind bei den Amphibien, namentlich den geschwänzten, sehr einfach und bestehen in einem oder mehreren Vorwärtsziehern oder Hebern und Rückwärtsziehern, als deren Antagonisten. Am einfachsten verhält sich *Proteus*, der nur einen Vorwärtszieher (zugleich Heber) und einen Rückwärtszieher besitzt. Bei den ungeschwänzten Batrachiern kommen gewöhnlich drei Vorwärtszieher und zwei Rückwärtszieher vor. Jene entsprechen den *m. m. cucullaris, rhomboideus* und *levator scapulae*; diese den *m. m. serratus anticus* und *pectoralis minor* s. *serratus anticus minor.* Bei den höheren Klassen hat der *omohyoideus* seine Rolle getauscht; er ist nicht, wie bei den Amphibien Vorwärtszieher der Schulter, sondern Rückwärtszieher des Zungenbeins.

In Bezug auf Anordnung und Zahl der Muskeln des Oberarms, Vorderarms und der Hand zeigen die Amphibien vielfache Verschiedenheiten. Am einfachsten verhält es sich wiederum mit den geschwänzten Batrachiern. Am Oberarm vollständiger Gliedmassen kann man (nach

Meckel) unterscheiden einen Vorwärtszieher *(deltoideus)*, Auswärtszieher (*scapularis*), zwei Rückwärtszieher *(pectoralis maior* und *latissimus dorsi)* und einen Einwärtszieher (*coracobrachialis*). Der Vorderarm hat gewöhnlich mehrere Strecker und Beuger, und ebenso finden sich an der Hand Strecker und Beuger, Anzieher und Abzieher.

In der Muskulatur der Schulter gleichen die Vögel sehr den Sauriern. Einzelne Muskeln werden für den Flug von besonderer Wichtigkeit, so der *latissimus dorsi*, der den Rumpf von hinten nach vorn hebt und den Vogel während des Flugs in die horizontale Lage versetzt. Den Oberarm bewegen acht Muskeln, unter denen der *pectoralis maior* bei guten Fliegern oder auch bei den Vögeln, welche kurze Flügel haben, sich durch seine Stärke auszeichnet; den Vorderarm neun. Ausserdem wirken auf Mittelhand und Finger nicht weniger als sechszehn Muskeln.

Bei den Säugethieren kommen von Schultermuskeln gewöhnlich vor der *cucullaris*, *levator scapulae*, der oder die *rhomboidei*, *serratus anticus maior* und *minor*, *subclavius*. Auch die Muskulatur des Oberarms ist noch ziemlich übereinstimmend, am Unterarm aber und an der Hand treten namentlich bei den Hufthieren grosse Vereinfachungen ein.

Wenden wir uns nun *b*) zu den Muskeln des Beckens und der hinteren Extremitäten, so hat man bei den Amphibien und Reptilien auch diese ohne Schwierigkeit nach den entsprechenden der höheren Klassen benennen können. Den Vögeln fehlen von den Beugern des Oberschenkels der *psoas* und *iliacus internus*. Die Muskeln des Unterschenkels sind, mit

denen der Saurier verglichen, weniger zahlreich, indem sich mehrere dort getrennte Muskeln vereinigt haben. Die Muskeln des *metatarsus* und der Zehen haben sehr lange Sehnen bei kurzen, sich hoch ansetzenden Bäuchen. Diese Sehnen sowohl, als die der Flügel haben die Neigung zum Verknöchern.

Die Muskeln am Becken und an den hinteren Extremitäten der Säugethiere zeigen, wenn auch nach einem Typus geordnet, doch mannigfache Abweichungen. Diese beziehen sich, wie bei den Vordergliedmassen, namentlich auf die unteren Partieen.

### Gesichtsmuskeln.

Eigentliche Gesichtsmuskeln fehlen den Fischen. Bei den Amphibien finden sich mehrere Expansoren und Constrictoren der Nasenlöcher. Auch die Vögel haben keine den Gesichts- und Lippenmuskeln des Menschen analogen Muskeln, und es schliesst sich ihnen der *Ornithorhynchus* an. Bei den meisten übrigen Säugethieren sehen wir mehrere Gesichtsmuskeln, namentlich die zur Bewegung der Lippen bestimmten. Der *buccinator* ist bei den mit Backentaschen versehenen Thieren sehr gross. Indess erreicht kein Säugethier den Menschen an Sonderung der Gesichtsmuskeln, deren mimische Wirkung bei jenen auch durch den über sie ausgebreiteten Hautmuskel geschwächt wird.

### Kaumuskeln.

Die Kaumuskeln zeigen sehr allgemein denselben Plan, der aber durch die Freibeweglichkeit der Unterkieferhälften und des Oberkiefers, sowie durch die Ausdehnung und Beweglichkeit des Gaumenapparates und

des Unterkiefersuspensoriums modificirt wird. So liegt auf den letzteren Knochen bei den Knochenfischen eine Muskelmasse, welche sich mit einer Sehne an den Oberkiefer, mit der anderen am Kronenstück des Unterkiefers ansetzt. Bei den Amphibien und Reptilien lassen sich zwei Kaumuskeln, ein äusserer *(masseter* und *temporalis)* und ein innerer *(pterygoidei)* unterscheiden. Als Herabzieher wirkt ein verschieden entspringender *digastricus.* Bei den Schlangen sind die Muskeln sehr vermehrt. Sie besitzen, wie die Fische, ein die Unterkieferhälften einander näherndes Muskelpaar und mehrere andere zur Bewegung des Quadratbeins und der Gaumengruppe bestimmte. Auch bei den Vögeln finden sich, ausser den den *m. m. masseter*, *temporalis, pterygoidei*, *digastricus* analogen Muskeln, ein Heber und Vorwärtszieher und ein Rückwärtszieher des Flügelbeins und Quadratbeins. Die Kaumuskeln der Säugethiere gleichen denen des Menschen sehr, nur sind sie gewöhnlich bedeutender entwickelt.

### Muskeln des Kiemenapparates und des Zungenbeins.

Bei dem ganz abweichenden Bau dieser Theile bei den Cyclostomen ist auch ihre Muskulatur eine völlig von dem Plane der übrigen Wirbelthiere abweichende. Da sie nicht durch den Mund einathmen, sondern durch die Kiemenlöcher ein- und ausathmen, sind bei ihnen die Constrictoren der Kiemenhöhle ungemein entwickelt. Indem bei den Knochenfischen das eigentliche Zungenbein von untergeordneter Bedeutung ist gegen die Kiemenbogen, sind es auch vorzüglich letztere welche durch eine nicht geringe Anzahl theils von der

Schädelbasis, theils vom Zungenbeine, theils vom Schultergürtel entspringender Muskeln nach oben, vorn, hinten und abwärts bewegt werden. Zum Kiemenapparat gehören auch die zwischen den *radii branchiostegi* befindlichen Muskeln und Heber und Senker des *operculum*.

In den drei höheren Klassen zeigen die Zungenbeinmuskeln eine grosse Uebereinstimmung, fast mit alleiniger Ausnahme der Schlangen wegen des rudimentären Zungenbeins und des Mangels von Schultergerüst und Brustbein. Die verbreitetsten sind bei den Amphibien und Reptilien: die *m. m. sternohyoideus, omohyoideus, myloglossus, genioglossus* — und die *m. m. hyoglossus* und *genioglossus* als Zungenmuskeln. Bei den Vögeln: die *m. m. mylohyoideus, stylohyoideus, geniohyoideus, sternohyoideus*, Diese zeigen sich auch bei den Säugethieren sehr beständig.

## Nervensystem.

### a) Gehirn.

Schon lange bevor man allgemein an den genealogischen Zusammenhang und den Parallelismus der embryonalen mit der phylogenetischen Entwicklung dachte, hat man in fruchtbarer Weise das Gehirn der Fische auf fötale Zustände des Säugethiergehirns bezogen und sie danach gegenseitig gedeutet, daher wir, ehe wir das Fischgehirn beschreiben und deuten, eine für die Kenntniss der Entwicklung des Gehirns sehr wichtige Stelle aus von Bär's Werk über Entwicklungsgeschichte der Thiere, Theil II S. 106 f. wörtlich anführen:

„Die erste Eigenthümlichkeit, die in dem vorderen Ende der Medullarröhre sich offenbart, ist ihre grössere

Weite, die nächste ist die Neigung, in einzelne Abschnitte sich zu sondern, welche jeder für sich seine Erweiterung erfahren, und zwischen denen daher Verengerungen bleiben. Solche Erweiterungen haben die Beobachter Hirnbläschen (*Vesiculae cerebrales*) genannt. Diese Bläschen werden nicht von der Nervenröhre allein gebildet, sondern auch von der umgebenden Rückenröhre, die eben dadurch im vorderen Ende des Thieres zur Schädelhöhle wird. Nachdem zuerst ein vorderes rundliches Bläschen von dem viel längeren und hinteren Raum sich abgegränzt hatte, theilt sich fast gleich darauf auch dieser, und man hat nun drei Bläschen, ein vorderes, ein mittleres und ein hinteres, welches sich gegen das Rükkenmark allmälig zuspitzt. Die vordere Blase wird das grosse Hirn, die hintere das kleine Hirn mit dem verlängerten Marke, und die mittlere die sogenannte Vierhügelmasse mit einem entsprechenden Theile der Hirnschenkel. Das vordere Bläschen theilt sich aber bald in zwei Abtheilungen, indem die vorderste oder obere (wegen anfangender Krümmung des Embryo freilich nach unten gerichtete) Wand sich rasch hervorstülpt. Sie stülpt sich aber doppelt oder zu beiden Seiten neben der Mitte hervor, so dass diese im Verhältniss zu den Seitentheilen eingesenkt bleibt. Die hintere Region des ersten Hauptbläschens bleibt unpaarig und gränzt auch etwas von der vorderen gedoppelten ab. Auch sondert sich die hintere Hauptblase in zwei, eine vordere kürzere und eine hintere längere. So sind also fünf Bläschen aus den ursprünglichen drei entstanden. Das vorderste ist durch die mittlere Einsenkung gespalten. Seine Höhlung enthält die beiden später sogenannten Seitenventrikel und seine Wandung die Hemisphären.

Das zweite Bläschen umfasst den Raum, den man später die dritte Hirnhöhle nennt. Es hat jetzt noch eine eben so vollkommene Decke, als die anderen Abtheilungen. Das dritte Bläschen umfasst die Vierhügel, und seine Höhlung ist die zukünftige Wasserleitung, die bald die Weite eines sehr ansehnlichen Hirnventrikels hat. Das vierte Bläschen wird das kleine Hirn, und das fünfte das verlängerte Mark. Aus diesen fünf morphologischen Elementen wird das Gehirn gebildet, denn die vorhergehende Dreizahl der primären Hirnbläschen scheint nur anzudeuten, dass gewisse Abgrenzungen ein wenig später kenntlich werden. — Ich nenne die fünf hier aufgezählten Bläschen nach der Reihe von dem ersten zum letzten: das Vorderhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Hinterhirn und Nachhirn."

### Gehirn der Cyclostomen.

Das Gehirn dieser von den eigentlichen Fischen so sehr abweichenden Thiere kann unmittelbar auf die fötale Form der höheren Wirbelthiere bezogen werden. Nehmen wir *Petromyzon*, so finden wir, von vorn nach hinten, zuerst zwei getrennte Lappen, aus denen die Geruchsnerven entspringen; sie sind eine Ausstülpung eines Hügelpaares, des Vorderhirns. Daran schliesst sich eine unpaarige, die dritte Hirnhöhle enthaltende Abtheilung, das Zwischenhirn, an dieses das paarige Mittelhirn. Am wenigstens ist bei *Petromyzon* das Hinterhirn entwickelt, eine schmale Commissur über dem vorderen Ende der vierten Hirnhöhle, deren übrige Wandungen das Nachhirn bilden.

### Gehirn der Fische.

An das oben beschriebene Gehirn schliesst sich das der Selachier unmittelbar an[1]). Aus seinen embryonalen und fötalen Formen lassen sich nach der einen Seite die vielfach wechselnden Hirnformen der Ganoiden und Teleostier, theils die der Amphibien herleiten. Sowohl bei den Embryonen als bei einer Gruppe von Haien im erwachsenen Zustande (Spinax, Scymnus u. a.) liegen die Gehirnblasen in indifferenter Weise und damit am übersichtlichsten hintereinander. Auch ist jene Abtheilung hier am Einfachsten, welche als *infundibulum*, nach unten und hinten als eine Ausstülpung des hinteren unpaaren Abschnittes der vorderen Hirnhöhlen auftritt. Es differenziren sich daraus die sogenannten *lobi inferiores* und der *saccus vasculosus*, und die ganze Abtheilung kann Unterhirn genannt werden. Die bedeutendste Variabilität innerhalb der Selachier (*Galeus*, *Mustelus*, *Sphyrna*, viele Rochen) betrifft das Mittelhirn, welches sich faltet, während zugleich die einzelnen Gehirnabschnitte nahe zusammenrücken.

Vergleicht man nun hiermit das Gehirn der Ganoiden und Knochenfische, so erscheinen die Eigenthümlichkeiten nur als Weiterentwicklungen von Zuständen, welche bei den Selachiern vorgebildet waren, oder als Reductionen. Die bei den Selachiern immer durch Stiele, *Tractus olfactorii*, vom Vorderhirn getrennten *lobi olfactorii* sitzen bei Ganoiden und Knochenfischen den durch eine mittlere Einsenkung getrennten Vorderhirnlappen unmittelbar auf. Die wichtigsten Verände-

1) Ueber das Gehirn der Fische vorzüglich: Miklucho-Maclay, Beiträge z. vergleichenden Neurologie der Wirbelthiere. 1870.

rungen betreffen das Zwischen- und Mittelhirn, und es wird ein Zustand allgemein, welcher sich schon bei *Sphyrna* findet. Es schiebt sich nämlich ein Theil des Mittelhirnes in die Zwischenhirnhöhlen hinein. Es bleibt jedoch bei den meisten Knochenfischen der nicht vom Zwischenhirn bedeckte Abschnitt des Mittelhirnes der grössere Theil desselben, und ist in seiner Form höchst mannichfaltig. Ein durchgreifendes Merkmal ist auch, dass das Hinterhirn besonders der Teleostier fast gar nicht vom Mittelhirn getrennt wird, ja dass es sogar nur als ein etwas gewulsteter Rand des Mittelhirns erscheint, welcher quer über den vorderen Rand des Nachhirnventrikels ausgespannt ist. Das Unterhirn ist nur bei den Ganoiden von ähnlicher Entfaltung, wie bei den Selachiern, weniger bei den Teleostiern.

### Gehirn der Amphibien.

Es hat im Wesentlichen dasselbe Ansehn, wie das der Fische. Die sogenannten Riechlappen sitzen, nur durch eine Querfurche oberflächlich getrennt, den beiden, durch eine Längsfurche geschiedenen Theilen des Vorderhirns unmittelbar auf. Das Zwischenhirn ist wenig entwickelt, ebenso das kleine, hinter der Kreuzung der Sehnerven liegende Unterhirn. Ansehnlich ist wieder das fast paarige Mittelhirn. Das Hinterhirn beschränkt sich auf eine schmale Commissur über dem vorderen Theile der 4. Hirnhöhle.

### Gehirn der Reptilien und Vögel.

Innerhalb dieser Abtheilung beginnt und vollzieht sich eine Concentrirung in Folge einer Beugung und Knickung der 2. und 3. Region, und einer grösseren

Entfaltung sowohl des Vorder- als des Hinterhirns. Bei den Schildkröten und Reptilien ist noch der mittlere Theil des Mittelhirns von oben sichtbar, beim Vogel ist derselbe durch die beträchtliche Entwicklung des Hinterhirns verdeckt, und ragen nur die Seitentheile des Mittelhirns hervor, wie dann auch das Nachhirn in seinem ganzen vorderen Abschnitte unter das Hinterhirn zu liegen kommt.

### Gehirn der Säugethiere.

Noch viel durchgreifendere Veränderungen gehn im Gehirn derselben vor sich. Die auffallendsten betreffen das Vorderhirn. Es entwickeln sich an ihm complicirte Commissuren und verschiedene Wulste an der Innenwand der Seitenhöhlen. Aus dem Zwischenhirn gehn die sogenannten *thalami optici*, aus dem Mittelhirn die vier kuglige Erhabenheiten zeigenden *corpora quadrigemina* hervor. Immer wird wenigstens das Zwischenhirn, von dem Hinterlappen des Vorderhirns bedeckt. Bei vielen Beutlern, Nagern und Insektenfressern bleibt das Mittelhirn zum Theil oder ganz frei. In den höheren Ordnungen wird endlich auch das Hinterhirn vom Vorderhirn überlagert. Ziemlich parallel mit dieser allmäligen Ausdehnung ist das Auftreten der Hirnwindungen. Bei den Monotremen, vielen Beutlern und den Edentaten ist die Oberfläche des Vorderhirns glatt. Sehr ausgeprägt sind die Windungen bei dem Elephanten und Delphin.

### b) Rückenmark. Sein Verhältniss zum Gehirn.

Das Rückenmark der Wirbelthiere zeigt im Allgemeinen denselben Bau; auch schon bei den meisten Fi-

schen besteht es aus vier Strängen. Wichtig ist die relative Ausbildung von Rückenmark und Gehirn, indem letzteres, je mehr es sich in seinem Baue dem menschlichen Gehirn nähert, ein desto grösseres Uebergewicht über das Rückenmark gewinnt. Nur das Gewicht, nicht die verhältnissmässige Länge ist hier massgebend, da bei kurzen Thieren durch die Breite und Dicke compensirt zu werden pflegt, was verwandte Thiere scheinbar an Länge des Rückenmarks vor jenen voraus haben. So ist es beim Frosch sehr kurz und breit, bei den Salamandern auffallend lang, aber dünn. Das kürzeste Rückenmark haben einige Fische, z. B. *Lophius*, vor allen *Orthagoriscus*, dessen Rückenmark kaum länger als das Gehirn ist und in eine *cauda equina* endigt.

c) Peripherisches Nervensystem.

Die von den Centralorganen ausgehenden Nerven zeigen, wie sich erwarten lässt, nicht so wichtige Abweichungen, als jene selbst. Von den Gehirnnerven können mehrere ganz verschwinden; so der *nervus facialis*, der von den Säugethieren abwärts abnimmt, in demselben Grade, als die Gesichtsmuskeln verschwinden. Dieser dem Gesichtsausdruck des Menschen bedingende Nerv verliert daher sehr bald diese seine Bedeutung; bei den Vögeln und Reptilien versorgt er nur noch die Muskeln des Zungenbeins oder oberflächliche Nakken- und Halsmuskeln. Bei den Amphibien und besonders den ungeschwänzten ist ein gesondert entspringender *facialis* nicht vorhanden. Der ihm entsprechende Ast geht aus dem Ganglion des *trigeminus* hervor. Bei den Fischen bilden *trigeminus* und *facialis* einen Nervencomplex mit verschiedenen, theils gemein-

samen, theils eigenthümlichen Wurzelsträngen. Der *nervus facialis* der Fische (*ramus opercularis trigemini Auct.*) verbreitet sich hauptsächlich in den Muskeln des Kiemendeckels und stimmt seiner Function nach insofern mit dem *facialis* der höheren Wirbelthiere überein, als auch bei diesen Muskeln, welche die Zugänge zum Respirationsapparate, Mund und Nase, öffnen und schliessen, von ihm abhängig sind. Ganz selbstständig ist der *facialis* der Cyclostomen.

So wie der *trigeminus* ist auch der *vagus* in allen Klassen der Wirbelthiere sehr beständig. Aus einer Wurzelpartie des *vagus* entspringt der *nervus lateralis* der Fische, der in der Regel einige Verbindungsstränge vom eigentlichen *vagus* erhält, bei den Cyprinen aber — mit Ausnahme von *Tinca* — einen Zweig des *ramus recurrens trigemini* aufnimmt. Die Hauptportion des Seitennervensystems verläuft als ein einfacher oder doppelter *truncus lateralis* längs des Seitenkanals; der Nerv kommt jedoch auch vielen Fischen zu, welche weder Seitenkanal noch Seitenlinie besitzen [1]). Sein Vorhandensein scheint eng mit der Entwicklung des Bauchtheiles des Seitenmuskels zusammenzuhängen, wie unter anderen auch die Myxinoiden zeigen, bei denen Bauch-

---

1) „Der eigentliche Seitennerv ist in der Regel von beträchtlicher Stärke; nur bei solchen Fischen, denen ein Seitenkanal mangelt, denen zugleich harte Hautbedeckungen zukommen und bei denen die Ventralmasse des Seitenmuskels am Rumpfe abortiv wird, oder wegfällt, zeigt er sich auf einen sehr geringen Umfang reducirt, oder ganz abortiv. — Sehr schwach ist er bei Diodon und auf das Aeusserste reducirt bei Ostracion. Bei diesen letztgenannten Gattungen treffen alle eben genannten Bedingungen seiner Reduction zusammen." Stannius, D. periph. Nervensystem der Fische S. 99.

theil des Seitenmuskels sowohl als Seitennerv nicht vorhanden sind. Dem Seitennervsystem des *vagus* entsprechen diejenigen dem *trigeminus cum faciali* angehörigen Nervenäste, welche sich am Kopfe der Fische an dem Schleimröhrenapparate *(ossa suprascapularia, supratemporalia, infraorbitalia)* verbreiten.

Ausser bei den Fischen kommt der *n. lateralis* auch bei den Larven der Frösche vor; Pipa, die Proteiden, Derotreten und Cöcilien haben ihn zeitlebens. Bei den höheren Thieren ist (nach Müller) der *ramus auricularis nervi vagi* als Analogon des *n. lateralis* anzusehen.

Die Sinnesnerven richten sich im Allgemeinen nach der Entwicklung der Sinnesorgane; so werden bei den blinden Thieren auch die Augennerven mehr und mehr abortiv. Bei *Amphioxus* (*Branchiostoma*) kann man, so wenig wie Gehirn und Rückenmark, auch Gehirn- und Spinalnerven nicht unterscheiden.

Die Spinalnerven bieten in den vier Klassen keine auffallenden Verschiedenheiten dar.

Auch der sympathische Nerv zeigt wenig Abweichendes. Er fehlt nur den Cyclostomen, wo er durch den *vagus* vertreten wird. Sonst ist seine Lage immer vor den Wirbeln, wo er Verbindungsstränge von den Spinalnerven erhält. Der Kopftheil der Fische liegt an der Schädelbasis, und hier verbindet er sich namentlich mit dem *n. trigeminus* und *vagus*. Bei den Schlangen sind die Ganglien sehr klein; leicht dagegen lassen sie sich bei den Fröschen in der Nähe der weissen, mit Kalkkrystallen gefüllten Säckchen auffinden. Die Verbindungen mit den Hirnnerven sind hier schon zahlreicher geworden als bei den Fischen; noch mehr ist

dies der Fall in der Klasse der Vögel. Die Abweichungen des *n. sympathicus* der Säugethiere von dem des Menschen sind kaum nennenswerth.

### Elektrische Organe.

Zum Bereich des peripherischen Nervensystems gehören die unter dem obigen Namen bekannten nervenreichen Apparate mehrerer Fische (*Torpedo*, *Narcine*, *Malapterurus*, *Gymnotus*, *Gymnarchus niloticus*, *Mormyrus oxyrhynchus* und *dorsalis*).

Beim afrikanischen Zitterwels (*Malapterurus*) bildet das elektrische Organ die mittlere Lage der dicken Hautschwarte, welche den mittleren Körperabschnitt lose umhüllt. Im Kopf- und Schwanztheile wird die Masse des elektrischen Organs durch eine andere, zwischen der Haut und der inneren Sehnenhaut gelegene Zwischenmasse ersetzt. Das Organ wird durch eine in der Mittellinie des Rückens und durch eine zweite in der Mittellinie des Bauches verlaufende dünne Scheidewand in zwei symmetrische Hälften getheilt. Das Innere besteht zunächst aus einem Gerüst bindegewebiger, auf die Axe des Fisches quer gestellter Blätter, welche linsenförmige platte Räume von einander abgränzen. Der elektrische Nerv jeder Seite entspringt, wie eine motorische Wurzel, zwischen dem zweiten und dritten Rückenmarksnerven und ist eine Primitivfaser mit einer dicken bindegewebigen Hülle. Im elektrischen Organ verästelt sich diese Faser und giebt an jedes Fach ein Endzweigelchen ab. Dieses tritt von hinten in das Fach und breitet sich zu der, an der Hinterwand des Faches anliegenden elektrischen Platte oder Nervenend-

platte aus. Der übrige Raum des Faches ist mit einem fast flüssigen Gallertgewebe angefüllt.

Ganz ähnliche feinere Verhältnisse zeigen die übrigen elektrischen Fische. Nur variirt die Lage des Organs im Allgemeinen und die Stellung und Anordnung der Fächer oder Kästen. Beim Zitteraal liegen die Organe sehr ausgedehnt uud oberflächlich im Schwanze und werden von den Spinalnerven versorgt. Durch sehnige Längsscheidewände werden Säulen von einander abgegränzt und diese durch dünnere Querscheidewände in viele sich deckende Fächer getheilt. Letztere sind, wie beim Zitterwels, durch die elektrische Platte und das vor ihr liegende Gallertgewebe ausgefüllt. Hieran reiht sich *Mormyrus*.

Bei den Zitterrochen nehmen die nierenförmigen elektrischen Organe einen grossen Theil der Kopfscheibe ein. Die durch die primären Scheidewände abgegränzten Säulen stehen vertical. Eigentliche secundäre faserige Bindegewebsscheidewände fehlen, und sind an ihrer Stelle die mit Gallertgewebe gefüllten Räume Träger der Blutgefässe und Nerven. Letztere entspringen aus besonderen Lappen des Gehirns, steigen von der Bauchseite in das elektrische Organ und endigen in den sehr dünnen und dicht übereinander geschichteten elektrischen Platten, den einzigen häutigen Theilen im Innern der Säulen.

Auch bei den gemeinen Stachelrochen (*Raja clavata*) findet sich ein den oben beschriebenen Organen analoges Gebilde im Schwanze jederseits neben der Wirbelsäule. In jedem Fache desselben liegt ausser anderen unwesentlicheren Theilen ein scheibenförmiger schwammiger Körper, und der allmälige Uebergang der

Nerven in die Substanz dieser Körper ist höchst wahrscheinlich [1]).

## Sinnesorgane.

### Tastorgane.

Das allgemeine Tastwerkzeug ist die Haut, aber nur insofern, als sie die Trägerin mehr oder minder zahlreicher Gefühlsnerven und deren meist eigenthümlichen Enden ist, auf welche direct ein Stoss durch die Oberhaut und deren Hornanhänge übertragen wird. Daher sind diejenigen Stellen der Haut am meisten zur Aufnahme von Tasteindrücken geeignet, wo unter einer feineren Oberhaut zahlreiche Gefühlsnervenfaserendigungen enthalten sind. Bekanntlich wird dadurch bei fast allen Wirbelthieren die Schnauzen- und Lippengegend zum specifischen Tastorgan, namentlich auch bei denjenigen Säugethieren, wo Bartborsten und Schnurrhaare hinzutreten. Tasthaare der Fledermausflügel. Die zuerst vom Menschen bekannt gewordenen Tastkörperchen (bindegewebige Kolben mit dem Ende der Nervenprimitivfaser, enthalten in den Papillen der Cutis) finden sich auch an der Unterfläche der Hände und Finger der Affen. Es kommen dazu die Pacini'schen oder Vater'-

---

1) Bilharz, Das elektrische Organ des Zitterwelses. Leipzig, 1857.

M. Schultze, Zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. 1. Abth. Halle, 1858. 2. Abth. 1859. Besonders abgedruckt aus dem 4. und 5. Bande der Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Halle.

M. Schultze, Zur Kenntniss des den elektrischen Organen verwandten Schwanzorganes von *Raja clavata*. Müller's Archiv. 1858.

Boll im Archiv f. micr. Anat. X.

chen Körperchen, die verdickten Enden von Nervenfasern, welche beim Menschen, vielen Säugern und Vögeln im subcutanen Zellgewebe, aber auch an anderen Stellen, wie im Gekröse der Katze, nachgewiesen sind.

### Geschmacksorgane.

Die Zunge, auf deren mikroskopische Anatomie wir nicht eingehen, steht auf einem sehr verschiedenen Grade der Ausbildung. Sie ist bei den wenig wählerischen Fischen fast auf das Zungenbein reducirt und fungirt nie als Geschmacksorgan, als welches höchst wahrscheinlich die im Lippenepithelium und der Mundschleimhaut befindlichen „becherförmigen Organe“ anzusehn. Die Zunge der Amphibien und Reptilien variirt ungemein. Die *Pipae* haben gar keine; bei den meisten Fröschen ist sie nach hinten frei. Die Zunge der Schlangen ist Tastorgan; sie ist schmal, lang, endigt vorn in zwei lange Spitzen und liegt in einer Scheide. Auch viele Saurier haben eine gespaltene, in einer Scheide ruhende Zunge, z. B. die *Fissilingues*. Bei den Crokodilen ist die Zunge der ganzen Länge nach angewachsen. Sehr merkwürdig ist die Zunge des Chamäleon; sie kann sehr weit aus dem Munde gestossen werden, um mit dem vorderen kolbigen und klebrigen Theile Insekten zu fangen. Die Erklärung, dass die Ausstossung durch die Zungenbeinmuskeln geschähe, ist nicht genügend, vielmehr scheint es eine Art von Ausspucken zu sein. Dafür spricht auch, dass das Chamäleon beim Zurückziehen der Zunge öfter ungeschickt ist. Die Zunge der meisten Vögel, mit einem hornartigen Ueberzuge versehen, zugespitzt und mit Haken besetzt, ist mehr Greif- als Geschmacksorgan. Nur bei einigen, namentlich den

Papageien, ist sie fleischig und trägt zahlreiche Geschmackspapillen. Auch die Säugethiere zeigen mannichfache Zungenbildungen, deren nähere Beschreibung jedoch zu weit führen würde. Allgemein ist hier die Zunge Geschmacksorgan, auch wo sie zum Theil mit Horngebilden bedeckt ist, wie z. B. bei *Echidna*, *Hystrix*. Die eigentlichen nervösen Endapparate der Reptilien und Vögel sind unbekannt. Bei den Amphibien sind die Nervenendigungen in den sogenannten Geschmacksscheiben enthalten, an deren Stelle bei den Säugethieren die nervösen Endapparate in den Schmeckbechern zu suchen sind.

### Geruchsorgane.

Selbst *Amphioxus* besitzt eine Nase, eine unsymmetrisch liegende kegelförmige Vertiefung, welche unmittelbar auf dem vorderen, das Gehirn vorstellenden Theile des Rückenmarkes aufsitzt. Auch die Myxinoiden mit den Petromyzonten haben eine, sie, namentlich erstere von allen Fischen unterscheidende Nasenbildung. Die Nase ist einfach, eine lange Röhre, welche bei den Myxinoiden durch Knorpelringe gestützt ist und den Gaumen durchbohrt. (Nur die *Dipnoi* verhalten sich noch so.) Diese Eigenthümlichkeit, welche später sich bei den Wirbelthieren oberhalb der Fische wieder eingestellt hat, und der Spritzsack der Petromyzonten, hängt mit der Art der Athmung zusammen, indem die Cyclostomen durch die Kiemenlöcher ein- und ausathmen, und daher den bei den Fischen durch den Mund gehenden und den Nasengruben neues Wasser zuführenden Athemstrom auf eine andere Weise ersetzen müssen. Bei den Myxinoiden geschieht dies durch eine hinter

der Gaumenöffnung gelegene bewegliche Klappe, bei den Petromyzonten durch die erwähnte contractile Ausbuchtung des Nasenrohres, den Spritzsack. Die Nasenöffnungen der Plagiostomen befinden sich an der Bauchseite in der Nähe des Mundes, wo ihnen die Wassererneuerung des Athemstromes zu Theil wird, wie sie auch bei den Stören und Knochenfischen, bei letzteren meist je doppelt, seitlich an der Schnauze liegen. Die mit Flimmerepithelium versehene Riechhaut vermehrt ihre Oberfläche durch Falten und Blätter, gestützt durch Knorpelstäbchen und entweder von einer mittleren Axe radienförmig oder kammförmig nach zwei Seiten ausgehend. Die Nasenkanäle der *Lepidosiren* liegen in den Lippen, die vordere Oeffnung vorn an der Schnauze, die hintere im Mundwinkel: im Uebrigen ist die Nase ganz fischartig. Sehr auffallende Modificationen zeigen einige Arten *Tetrodon*; sie haben statt der inneren Nasenhöhlen tentakelartige Nasenpapillen mit starken Geruchsnerven.

In der Klasse der Amphibien wiederholt sich der Typus der Fischnase noch einmal bei den Proteiden, namentlich *Proteus*. Mit der nun eintretenden Luftathmung ist immer die Oeffnung der Nase in die Mundhöhle verbunden; die Nasengänge öffnen sich bei den Batrachiern sehr weit nach vorn, bei den Crokodilen sehr weit hinten im Rachen. Während im Allgemeinen bei dem Amphibien und Reptilien durch Erweiterung der Nasenhöhlen für die Vergrösserung der Oberfläche gesorgt wird, beginnt bei ihnen auch die Bildung der Muscheln, welche jedoch erst in den folgenden Klassen ihre Bedeutung hinsichtlich der Flächenvermehrung erhalten.

Die äusseren Nasenöffnungen der Vögel variiren sehr an Form und Lage; häufig, namentlich bei den Wasservögeln, auch bei *Cathartes*, fehlt die Scheidewand zwischen denselben (*nares perviae*). Die inneren Oeffnungen (*choanae*) sind in der Regel zwei schmale, oft in eine zusammenfliessende Spalten. Die Muscheln sind gewöhnlich Umbiegungen der knorpeligen Wände der Nasenhöhlen, drei an der Zahl, von denen jedoch nur eine in den verschiedenen Ordnungen vorzugsweise entwickelt zu sein pflegt. Alle Vögel, mit Ausnahme der Tauben, besitzen eine, wahrscheinlich die Nasenhöhl feucht erhaltende Nasendrüse, die gewöhnlich auf den Stirnbeinen liegt.

Die wesentlichen Veränderungen, welchen die Nase der Säugethiere unterworfen, bestehen in der Form und Ausdehnung der unteren Muscheln. Bei den Pflanzenfressern, besonders den Einhufern und Wiederkäuern, ist die Muschel anfangs ein einfaches Blatt, welches sich bald in zwei sich einrollende Lamellen, eine obere und eine untere, spaltet. Bei den durch ihren Geruch ausgezeichneten Fleischfressern sind die Muscheln, indem sie sich dichotomisch spalten und einrollen, baumartig verzweigt und stellen sehr complicirte Labyrinthe dar, am stärksten bei den Seehunden, bei welchen man danach den feinsten Geruch voraussetzen dürfte, wenn nicht das Beispiel vom Gehörorgan der Reptilien und Vögel zeigte, dass keineswegs immer Sinn und Sinnesorgan gleichen Schritt in ihrer Ausbildung halten. Mit der Stärke des Geruchssinnes hängt auch die Ausdehnung der Knochenhöhlen (*sinus frontales*, *maxillares*, *sphenoidales*) zusammen, mit denen sehr häufig die Nasen-

höhlen communiciren. Beträchtlich sind namentlich beim Elephanten die Stirnbein- und Keilbeinhöhlen.

Sehr bedeutend ist die Umwandlung, welche das Geruchsorgan der ächten Cetaceen erleidet, bei denen zum Theil die Geruchsfunction durchaus zurücktritt, indem den Delphinen die Riechnerven gänzlich zu mangeln scheinen.

Als Nebengeruchsorgane hat man wahrscheinlich die nach Jacobson benannten Theile anzusehn. Sie liegen bei Eidechsen und Schlangen in einer schüsselartigen, von Riechbein und Pflugschar gebildeten Vertiefung, von der Mundhöhle aus zugänglich. Bei den Säugern, besonders Nagern und Wiederkäuern communiciren sie mit ihr durch die Stenonischen Gänge.

### Augen.

Die Beispiele von Blindheit oder sehr unvollkommener Ausbildung der Gesichtsorgane sind unter den Wirbelthieren Ausnahmen. Bei *Amphioxus* finden sich nur zwei Pigmentflecke. Die mancherlei Fälle von rudimentären Augen (Myxinoiden, *Proteus*, *Spalax*), welche sonst innerhalb der Wirbelthiere vorkommen, sind sämmtlich auf rückbildende Anpassungen zurückzuführen.

Sonst zeigt das Auge der Wirbelthiere verhältnissmässig geringe Varietäten. In allen Klassen finden sich die vier geraden und zwei schiefen Muskeln, zu denen bei den Amphibien, Reptilien und vielen Säugethieren der Zurückzieher des Augapfels, *musculus retractor oculi*, kommt, der bei den Wiederkäuern in vier einzelne Muskeln zerfällt.

Die Augenlidbildung kommt bei den Fischen nur unvollkommen zu Stande, indem gewöhnlich die äus-

sere, durchsichtiger gewordene Haut einfach das Auge überzieht. So ist es auch bei vielen Amphibien und Reptilien, z. B. den Cöcilien, Ophidiern und Gekkos. Bei *Chamaeleon* sind die Augenlider zu einer kreisrunden, mit einem Querspalt versehenen Blendung verwachsen. Aber schon bei den Fischen, in einer Abtheilung der Haie *(Nictitantes)*, bei den Fröschen, sehr vielen Reptilien (am vollständigsten bei den Crokodilen) und ganz allgemein bei den Vögeln findet sich ein drittes Augenlid, die Nickhaut, *membrana nictitans*, welche von dem vorderen (inneren) Augenwinkel aus durch einen eigenthümlichen Muskelapparat über das Auge gezogen werden kann. Sie schwächt, da sie ziemlich dünn ist, die Lichtempfindung nicht ganz ab. Mit ihr ist immer die Harder'sche, hinter dem Augapfel liegende Drüse verbunden. Auch bei den Schlangen ist dieselbe vorhanden und in ihrer einfachsten Form bei den Urodelen. Ihr Secret scheint hier zur Einölung des Augapfels zu dienen (Wiedersheim). Bei den Säugethieren ist die Nickhaut auf die *plica semilunaris* reducirt, die bei einigen, z. B. den Pferden, einen Knorpel enthält.

Der Thränenapparat fehlt den Fischen, ist aber schon bei den meisten Amphibien und Reptilien vorhanden. Die Thränen der Schlangen bleiben unter der von dem äusseren Hautüberzuge gebildeten und das Auge wie ein Uhrglas bedeckenden Kapsel und werden von hier aus in den Thränenkanal geleitet.

Das Auge der Fische ist an der Hinterwand der *orbita* befestigt. Die *sclerotica* der meisten Knochenfische nimmt zwei, häufig verknöchernde Knorpelstreifen auf, welche beim Stör zu einem Knorpelcylinder

werden. Die *cornea* ist sehr flach; ihre grössere Convexität würde, bei der brechenden Kraft des Wassers, dem deutlichen Sehen hinderlich sein. Die äussere in die Iris übergehende Lamelle der *chorioidea* zeichnet sich durch ihren Silberglanz aus, auf der inneren Fläche der *chorioidea* findet sich oft (z. B. bei den Plagiostomen) ein silberglänzendes *tapetum*. Das *corpus ciliare* haben nur die Plagiostomen und die Thunfische. Durch den Spalt der *retina* der Knochenfische tritt in den Glaskörper bis zur Linse der *processus falciformis*, dessen vordere Anschwellung die *campanula Halleri* ist. Feinere histologische Untersuchungen haben gezeigt, dass dies Organ nicht sein Analogon im Kamm der Vögel hat. Der *processus* besteht aus Arterie, Vene und Nerv, umschlossen von einer bindegewebigen Scheide, die aus der Bindegewebsmembran der *chorioidea* stammt. Die *campanula* ist muskulös.

Das Auge der Amphibien und Reptilien nähert sich dem der Vögel; die Linse ist platter als bei den Fischen, das *corpus ciliare* vorhanden. Der bei vielen Sauriern (*Anguis*, *Lacerta*) vorkommende Kamm (*pecten*, *marsupium*), als dessen Analogon wohl auch der in der Mitte der Retina befindliche schwarze Fleck bei den Crokodilen anzusehen, ist dieselbe Bildung, welche bei den Vögeln vorkommt.

Bei den Vögeln wird die *cornea* von einem Knochenringe umgeben, bestehend aus einer unbestimmten (12—30) Anzahl von Platten. Der von der Netzhaut sich in den Glaskörper, nicht selten bis zur Linse erstreckende fächerförmige und pigmentreiche Kamm wird hauptsächlich aus Gefässen gebildet, welche von den im Sehnerven und in der Scheide desselben verlau-

fenden Gefässen kommen. Er scheint weniger als Blende zu dienen, sondern die Ernährung der Nachbartheile zu bewirken.

Die Modificationen, welche das Auge der Säugethiere im Vergleich mit dem menschlichen darbietet, sind unbedeutend. Eine ganz enorme Anschwellung der *sclerotica* findet sich bei den Walfischen. Von der *uvea* ragen bei den Pferden, vielen Wiederkäuern, auch beim *Monodon* die sogenannten Trauben bis in die Pupille herab, eine auch bei einigen Fischen (*Rhinobatus*) vorkommende Bildung. Wichtig sind die auf das *tapetum* sich beziehenden Veränderungen, eine eigenthümliche Membran im Auge vieler Säugethiere, welche die Fähigkeit hat, das Licht zurückzuwerfen, und so das scheinbare Selbstleuchten der Augen hervorbringt. Bei den eigentlichen Pflanzenfressern, den Pferden, Wiederkäuern, den Cetaceen und einigen fleischfressenden Beutelthieren ist das *tapetum* faserig, besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe und zeigt getrocknet nicht mehr die Interferenzerscheinungen. Dagegen ist das *tapetum* der Carnivoren und Robben zellig.

Zur ferneren Erörterung des oben über die Augen der Arthrozoen Gesagten mag hier die feinere Structur der Netzhaut des Wirbelthierauges kurz geschildert werden.

Man hat in der Retina der Wirbelthiere nicht weniger als acht Schichten zu unterscheiden: zu innerst eine Begränzungshaut, zu äusserst die Schichte der Stäbchen und Zapfen, dazwischen mehre Schichten von Körnern, eine Nervenzellenschichte und die unter der Begränzungshaut liegende Schicht der Sehnervenfasern. Die Elemente

der Stäbchenschicht sind mit den Körnern und durch diese mit den Ganglienzellen und Nervenfasern in continuirlichem Zusammenhange, und dadurch und durch andere Gründe wird es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Stäbchen und Zapfen die wahren Nervenenden sind und als solche die Function der Lichtempfindung haben, während die anderen Elemente der Retina als blosse Leiter der in der Stäbchenschicht hervorgebrachten Eindrücke dienen. Für diese Auffassung spricht auch das Verhalten der Retina der Cephalopoden, bei denen die innerste Schicht der Retina durch Cylinder gebildet wird, die den Stäbchen der Wirbelthiere ähnlich sind. Dann kommt eine dichte Pigmentlage, durchbohrt von den fadenförmigen Fortsätzen jener Cylinder. Der bei den Wirbelthieren allerdings auffallende Umstand, dass die Stäbchenschicht nach aussen liegt, wird aufgewogen durch die fast vollkommene Durchsichtigkeit der vorliegenden Schichten.

### Gehörorgane.

Ein Gehörorgan besitzt *Amphioxus* nicht. Bei den Cyclostomen und Fischen beschränkt es sich auf die *canales semicirculares* mit dem *vestibulum*, jedoch finden bedeutende Unterschiede statt. Das, wie bei den Petromyzonten, in einer eigenen Gehörkapsel liegende häutige Labyrinth der Myxinoiden ist ein einziger in sich zurücklaufender Kanal mit einer dem *vestibulum* gleichwerthigen Anschwellung. Bei *Petromyzon* und *Ammocoetes* besteht das häutige Labyrinth aus dem durch eine Furche in zwei symmetrische Hälften zerlegten *vestibulum* mit einem zwischen den Ampullen gelegenen sackförmigen Anhange und zwei halbzirkelför-

migen Kanälen, die mit dem *vestibulum* verwachsen sind, an der inneren Wand der Knorpelkapsel sich knieförmig verbinden und an dieser Stelle, sowie durch ihre fast dreitheiligen Ampullen mit dem Vorhofe communiciren. Alle übrigen Fische besitzen, wie die übrigen Wirbelthiere, drei halbzirkelförmige Kanäle.

Bei den Plagiostomen ist das häutige Labyrinth, *canales semicirculares* nebst *vestibulum* oder *utriculus* und dem sackförmigen Anhange desselben ganz in den knorpeligen Schädel versenkt. Durch eine kanalartige Verlängerung der knorpeligen Bedeckungen (Haie) des Vorhofes oder auch zugleich des *vestibulum membranaceum* selbst setzt sich das Labyrinth mit der Aussenwelt in Verbindung. Die beiden Kanäle münden durch einige sehr kleine Oeffnungen in eine auf dem Hintertheil des Schädels befindliche und von der äusseren Haut überzogene Grube. Bei den Chimären und Stören, denen sich die Knochenfische anschliessen, liegt das häutige Labyrinth theils in der Schädelhöhle, theils in den Schädelwandungen. Sowohl im *vestibulum*, als in den beiden Abtheilungen des mit dem *vestibulum* verbundenen Säckchens, *saccus vestibuli*, befinden sich Otolithen, die wieder von einer feinen Membran umgeben und durch dieselbe an die Labyrinthwände befestigt sind. Bei den Cyprinoiden besteht gar keine offene Verbindung zwischen ihm und dem *vestibulum* und *sacculus*.

Sehr merkwürdig ist die Verbindung, welche bei verschiedenen Fischen zwischen der Schwimmblase und dem Gehörorgane besteht. So findet sich bei den Siluroiden mit Schwimmblase, den Cyprinoiden und Characinen unter den vorderen Wirbeln eine Reihe von drei Knöchelchen, deren vorderstes an hintere Ver-

längerungen und Ausbuchtungen des häutigen Labyrinthes stösst, während das hintere bis zur Schwimmblase reicht. Bei *Clupea, Engraulis* und *Notopterus* verlängert sich die Schwimmblase in einen, nicht mit dem Schlundgange zu verwechselnden Kanal, der sich wieder theilt. Jeder dieser Aeste geht in zwei blasenartige Erweiterungen über, deren eine mit dem Labyrinth zusammenstösst. Aehnlich verhält es sich bei mehreren Percoiden, z. B. *Holocentrum, Myripristis*, wo eine Verlängerung der Schwimmblase bis in die Nähe des Labyrinthes geht, von dieser aber durch eine Schädelmembran getrennt bleibt. Ueber die Bedeutung dieser Verbindungen lassen sich nur Vermuthungen aufstellen; vielleicht dient die Schwimmblase hier als Resonator.

Das Gehörorgan der Amphibien ist zwar auch verhältnissmässig einfach, indem von dem Vorhof nur die drei halbzirkelförmigen Kanäle mit ihren Ampullen sich augenfällig abheben, allein an dem Gehörsteinsack ist noch eine Ausstülpung vorhanden, welche Schnecke genannt werden muss, indem ihre Weiterbildung sich in dem so genannten Labyrinthabschnitte der Reptilien, Vögel und Säuger findet. Die meisten Amphibien, nämlich Cöcilien, Derotreten, Salamandrinen und von den Fröschen die Bombinatoren (Unke) sind noch ohne Trommelhöhle. Die Bombinatoren ausgenommen findet sich also bei den Fröschen eine Trommelhöhle und in derselben als Verbindung der *fenestra ovalis* des Vorhofes mit dem hinter dem Unterkieferstiel auf einem Knorpelringe ausgespannten, meist ganz frei liegenden Trommelfell ein Gehörknöchelchen. Dasselbe zerfällt oft in 2, ja in 3 Abtheilungen und geht, wie schon oben gesagt, aus dem oberen Abschnitte des

2. Visceralbogens hervor. Dasselbe ist auch bei den Reptilien und Vögeln da und heisst dann das Säulchen, *columella*, Die *tubae Eustachii* münden in der Regel (*Rana*, *Hyla*, *Bufo*) gesondert ist den Rachen; nur in der Familie der zungenlosen *Pipae* findet sich eine gemeinsame Oeffnung der ausnahmsweise langen Tuben mitten im Rachen. Bei diesen ist das Trommelfell selbst in einen knorpeligen Deckel verwandelt.

Von den Reptilien fehlt den Schlangen die Trommelhöhle; die lange *columella* der Grossmäuler steckt in den Muskeln; bei den Engmäulern ist die *columella* klein oder verschwindet ganz. Alle Reptilien besitzen eine durch eine *fenestra rotunda* mit der Trommelhöhle in Verbindung stehende Schnecke, obschon diese bei den Cheloniern noch sehr einfach ist, sackförmig, ohne Abtheilungen. Am meisten ausgebildet und von der der Vögel kaum zu unterscheiden ist die Schnecke der Crokodile, wo sie von länglicher Gestalt ist, etwas gekrümmt und am Ende erweitert. Sie enthält einen Knorpelring, zwischen welchem eine zarte, der *lamina spiralis* zu vergleichende und die Verzweigungen des *n. cochlearis* enthaltende Membran ausgespannt ist, bedeckt von einer zweiten faltigen und gefässreichen Haut. Dadurch wird die Schnecke in zwei der *scala tympani* und *s. vestibuli* entsprechende Abtheilungen getheilt. Indem die Schenkel des Knorpelringes in dem freien Ende der Schnecke sich umbiegen und in eine feste Membran übergehen, bilden sie die sogenannte Flasche, *lagena*, worin ebenfalls die Vögel vollkommen mit den Crokodilen übereinstimmen.

Das Ohr der Säugethiere ist in allen inneren Theilen dem des Menschen höchst ähnlich; nur die

Schnecke von *Echidna* und *Ornithorhynchus* erinnert noch einmal an die niederen Vorfahren.

### Die sogenannten Schleimkanäle der Fische.

Dieselben haben mit der Bildung des vermeintlichen, aus der aufgelockerten Oberhaut selbst bestehenden Schleimes nichts zu thun. Vielmehr sind in ihnen eigenthümliche vor der Hand nicht näher zu bestimmende Sinnesorgane enthalten. Sie ragen entweder, besonders bei jungen Fischen in Form einfacher hügeliger Hautvorsprünge frei ins Wasser hervor, oder befinden sich als sogenannte „Nervenknöpfe", im Grunde röhrenförmiger Kanäle. Die eintretenden Nervenfasern stehen in Kontact mit den Wurzeln eigenthümlicher Haare, welche von einer zarten offnen Röhre umschlossen sind. Ganz ähnliche Organe besitzen alle Amphibien, welche und so lange sie im Wasser leben. Sie stehen in mehreren Linien am Kopfe und längs des Rückens und der Seiten und wechseln in ihrer gegenseitigen Stellung so, dass sie z. B. bei den Schwanzlurchen in der oberen Seitenlinie in Bezug auf ihre Längsdurchmesser quer, in der unteren längs gestellt sind. Am Rumpfe sind die *Nervi laterales Vagi* die Sinnesnerven für das Seitenorgansystem, am Kopfe vorzüglich, vielleicht allein der *Trigeminus.* Ueberall handelt es sich bei dem einzelnen Organ um kraterförmige Einsenkungen, in denen Härchen, von einzelnen Zellen ausgehend, sich befinden. Die von F. E. Schultze ausgesprochene Vermuthung, dass sowohl bei Fischen als bei Amphibien diese Organe zur Vermittlung von Wahrnehmungen der Geschwindigkeit des Körpers im Wasser und der Wasserbewegungen dienen möchten, hat die meiste Wahrscheinlichkeit für

sich. (Malbranc, Seitenlinie und Sinnesorgane bei Amphibien. Z. f. w. Zool. 1875. XXVI.)

## Verdauungsapparat.

### Gebiss.

Bei Weitem nicht alle Wirbelthiere haben Knochenzähne zum Ergreifen, Festhalten und Zerkleinern der Nahrung. Viele (unter den Fischen z. B. *Acipenser*, die *Lophobranchii*, unter den Amphibien *Pipa*) haben keine harten Mundtheile; bei anderen werden die eigentlichen Zähne durch Hornzähne und andere hornige Gebilde vertreten. Dergleichen Hornzähne, aus Lagen verhornter Epithelialzellen, finden sich in geringer Anzahl bei den Cyclostomen. Die Chelonier verhalten sich wie die Vögel: ihre Kiefern sind mit Hornscheiden überzogen, welche nach Verhältniss der Nahrung und Lebensweise mit schärferen oder stumpferen Kanten oder mit zahnartigen Fortsätzen oder Kerben versehen sein können. Auch die Hornscheide der Monotremen gehört hierher. Bei den Bartenwalen, deren Fötus jedoch immer wirkliche Knochenzähne haben, sind die zahlreichen, im Oberkiefer befindlichen, parallelen Hornplatten als epetheliale Wucherungen unter dem Namen der Barten bekannt.

Die Knochenzähne[1]) sind immer Gebilde der Schleimhaut und stehn ursprünglich immer ausser Beziehung zum Skelet, an welches sie anwachsen oder in

1) O. Hertwig, Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier. Jenaische Zeitschr. VIII. 1874.

Ders., Zahnsystem der Amphibien. Arch. für micr. Anat. XI. Supp. 1874.

welches sie sich einsenken. Die drei Substanzen, welche man am fertigen Zahn unterscheidet, sind: das Zahn- oder Elfenbein, Dentin, dem ächten Knochen verwandt, aber weit härter, der aus dem Epithel der Anlage des Zahnes, der Zahnpapille hervorgehende Schmelz (über welchem bei den Säugern noch ein rudimentärer Hornüberzug, das Schmelzoberhäutchen auftritt), und das Cement, eine ächte Knochensubstanz, welche vorzugsweise die Zahnwurzeln überzieht und den Sockel bildet. Die Verschiedenheit der Zähne von den Fischen bis zum Menschen beruht nur in der histiologischen Ausbildung dieser Gewebe. Die Zähne aller höheren Thiere erscheinen somit als Vererbungen, die in Gestalt und Structur den verschiedenen Bedürfnissen angepasst wurden.

Die Entstehung der Zähne selbst ist bei den Selachiern noch heute nachweisbar (Gegenbaur). Ihre Zähne sind mit den Placoidschuppen völlig gleichartig: beim Uebergange der äusseren Haut in die Mundschleimhaut werden die Hautzähne zu Kieferzähnen. Von hier an erscheinen Differenzirungen aus dem niedrigern Zustande. Die Zähne der Ganoiden stimmen nicht mehr mit den Ganoidschuppen, sind aber von Zahnbildungen der Selachier ableitbar. Noch weiter von den Schuppen entfernen sich die Zähne der Knochenfische. Auch Dipnoi und Chimären stehen den Selachiern durch hoch differenzirte Zähne gegenüber.

Die Zähne der Amphibien stehen auf einer niedrigeren Stufe als selbst bei vielen Knochenfischen. Es ergiebt sich aus der Vergleichung des Vorkommens und der Anordnung, dass die Vorfahren der Amphibien eine reichere Bezahnung auf den Knochen der Mundhöhle hatten. Die zwei im Oberkiefer der ächten Giftschlan-

gen befindlichen langen und spitzen Giftzähne sind von einem Kanale durchbohrt, der sich von der Wurzel bis etwas vor die Spitze erstreckt. Der Kanal ist ursprünglich als Furche da, deren Ränder sich später schliessen. Die *Suspecti* haben nur Furchenzähne. In die Kategorie der Zahnbildungen gehört auch die eigenthümliche Bewaffnung des Zwischenkiefers bei den reifen Schlangen- und Eidechsenembryonen, welche mit ihrer Basis an den Unterrand des Zwischenkiefers befestigt ist und, sich nach unten und vorn biegend, aus dem Munde hervorragt. Dieser Zahn dient wahrscheinlich zum Zerbrechen der Eischale.

Die Zahl der Knochen, welche Zähne tragen, ist bei den Säugethieren am meisten beschränkt, am ausgedehntesten bei den Fischen. Zur bequemeren Uebersicht mag folgende allgemeine Zusammenstellung dienen:

Zwischenkiefer. Säugethiere. Krokodile. Saurier. Fische. (*Esox*. *Salmo*. *Labrus* u. a.)

Oberkiefer. Säugethiere. Reptilien. Amphibien. Fische (viele *Salmones*, *Sudis* u. a.)

Unterkiefer. Säugethiere. Reptilien. Amphibien (mit Ausnahme der meisten ungeschwänzten Batrachier). Fische (viele *Salmones*, *Silurini* und *Pleuronectidae*. *Esox* a. u.)

Gaumenknochen. Ophidier. Saurier. Batrachier. Fische (mehrere *Salmones*, *Erythrinus*, *Sudis*, *Esox*, *Bagrus* u. a.).

Pflugscharbein. Batrachier. Fische (*Salmo*, *Heterobranchus*, *Rhombus* u. a.).

Parasphenoid. *Salamandra glutinosa*. Fische (*Sudis*, *Notopterus*, *Osteoglossum*).

Zungenbein. Fische (*Esox*, *Salmo* u. a.).

Kiemenbogen. Fische (*Esox*).

Obere und untere Schlundknochen. Viele Fische.

## Darmkanal.

Den einfachsten Darmkanal hat *Amphioxus;* der vordere etwas erweiterte Theil, in den sich die Kiemen-

höhle öffnet, und von dem ein nach vorn sich wendender Blindsack abgeht, kann als Magen betrachtet werden, und dieser geht in einen schwach gekrümmten kurzen Darm über. *Amphioxus* ist das einzige Wirbelthier, dessen Darmkanal in seinem ganzen Verlauf mit Flimmerepithelium versehen. Bei den Fischen findet sich fast immer ein Magen, zu welchem sich die Speiseröhre allmälig erweitert. Mit der Speiseröhre steht häufig (*Physostomi*) die Schwimmblase durch einen Luftgang in Verbindung. Ein anderer, von der Speiseröhre ausgehender Sack dient mehreren der *Gymnodontes* zum Aufblähen des Körpers. Am Magen lassen sich meist zwei Abtheilungen unterscheiden, eine vordere *pars cardiaca* und eine, häufig dünndarmähnliche *pars pylorica*, welche mit jener einen oft spitzen Winkel bildet, und hinter deren Uebergangsstelle in die dem Dünndarm und Dickdarm entsprechende Abtheilung (Mitteldarm) die Mündung der *appendices pyloricae* sich befindet. Der Mitteldarm geht in einen kurzen, in der Regel geraden Mastdarm über.

Von den Veränderungen, welche die Häute des Darmkanals erleiden, sind die der Schleimhaut am beträchtlichsten und wichtigsten. Sie beziehen sich namentlich auf die Flächenvergrösserung, theils durch Längsfalten, theils durch Querfalten und Zotten, theils auch durch die Bildung der sogenannten Spiralklappe, welche sich im Mitteldarme der Plagiostomen, Ganoiden und Doppelathmer findet. Die gewöhnlichste Form derselben ist die einer Wendeltreppe, seltener ist sie in gerader Linie befestigt und eingerollt. Die Afteröffnung der Fische liegt vor der Harn- und Geschlechtsöffnung.

Trotz der so vielfachen sonstigen Körperverschiedenheiten zeigt der Darmkanal der Amphibien und Reptilien im Allgemeinen eine übereinstimmende Anordnung, welche sich an die Fische anschliesst. Die gewöhnlich weite Speiseröhre, die, wie der Magen, aber in geringerer Menge, Längsfalten der Schleimhaut besitzt, trägt bei den Seeschildkröten lange zahnartige Epithelialpapillen. Bei den Ophidiern findet ein unmerklicher Uebergang in den Magen statt. Häufig ist der Pförtnertheil durch eine Klappe oder Schleimhautfalte vom Darme geschieden. An diesem nimmt man zwei Abtheilungen wahr, den Mitteldarm und Afterdarm. Die Flächenvergrösserung des Mitteldarmes wird durch Falten und Zotten hervorgebracht, durch deren stärkere Entwicklung er sich vor dem Afterdarme auszeichnet, von dem er auch oft durch einen Wulst oder eine Klappe geschieden ist. Nicht selten findet sich am Anfange des Afterdarmes ein kurzer Blindsack.

Der Darmkanal der Vögel zeigt mannichfache Verschiedenheiten. In vielen Fällen findet sich eine sackförmige, selten (Tauben) doppelte Erweiterung der Speiseröhre, der Kropf, in welchem die Speisen, ehe sie in den Magen kommen, erweicht werden. Er fehlt z. B. den meisten Passerinen und Schwimmvögeln. Der Magen ist bei allen (ausser bei *Euphone*, aus der Familie der *Tanagridae)* doppelt, ein Vor- oder Drüsenmagen und ein Muskelmagen. Das Grössenverhältniss dieser beiden Abtheilungen ist kein bestimmtes; bei *Procellaria* übertrifft der Drüsenmagen den Muskelmagen am meisten. Die Lage und Anordnung der Drüsen ist gleichfalls sehr wechselnd. Der Muskelmagen, dessen Cardia

und Pylorus immer sehr nahe bei einander liegen, ist besonders bei den Körnerfressern durch die Stärke seiner beiden scheibenförmigen Muskelwände ausgezeichnet bei sehr geringer Weite. Bei den fleischfressenden Vögeln ist er dünnhäutig. Eine Ausbuchtung vor der *portio pylorica*, die sich in einigen Fällen, am deutlichsten bei *Ardea* findet, kann als dritter Magen angesehen werden. Der Darm zerfällt immer in Dünndarm und Dickdarm. Der Dünndarm bildet mit einem aufsteigenden und einem absteigenden Aste eine Schlinge, in welcher das Pancreas liegt; bei *Procellaria glacialis* sind ausnahmsweise acht solcher Schlingen vorhanden. Die Anfangsstelle des viel kürzeren und nur wenig weiteren Dickdarmes wird gewöhnlich durch die Insertion zweier Blinddärme, seltner eines bezeichnet. Die Blinddärme fehlen den meisten *Picariae* u. a. Bei vielen Vögeln bleibt an der früheren Einmündungsstelle des Dotterganges in den Dünndarm ein kleines Divertikel. Der Dickdarm ist gewöhnlich ganz kurz und mündet in die Kloake.

Die grossen Variationen, welche der Verdauungskanal der Säugethiere darbietet, richten sich meist nach der verschiedenen Nahrung und sind daher weniger wesentlich für die Speiseröhre, als namentlich für den Magen und für den Darm. Diese Theile haben im Allgemeinen eine viel beträchtlichere Zusammensetzung, der Darm eine auffallend grössere Länge bei den Frugivoren, als bei den Carnivoren. So haben die Fleischfresser (mit Ausnahme der Delphine), viele Nager, Edentaten, Beutelthiere u. a. einen einfachen Magen. An der Cardia des einfachen Magens der Pferde findet sich eine, den Zurücktritt der Speisen verhindernde

Klappe. Ein Beispiel eines durch eine Einschnürung in eine drüsige *pars cardiaca* und eine mehr muskulöse *pars pylorica* getheilten Magens zeigt *Myoxus*, und weitere Abweichungen werden durch das Auftreten von blinddarmartigen oder taschenartigen Ausstülpungen zwischen Cardial- und Pylorusabtheilung hervorgebracht (z. B. bei *Manatus*, *Dicotyles torquatus* u. a.). Noch mehr Magenabtheilungen haben die ächten Cetaceen, Abtheilungen, die sich jedoch ziemlich gleich verhalten und sich dadurch wesentlich von den mehreren Magen der Wiederkäuer unterscheiden. Die meisten Wiederkäuer haben vier Magen, *Camelus*, *Auchenia* und *Moschus* drei.

Die Nahrung gelangt zuerst in den weiten Pansen (*rumen*) und aus ihm in den, seiner Funktion nach nicht wesentlich vom ersten Magen verschiedenen Netzmagen (*reticulum*, *ollula*). Indem nun die Speiseröhre als Schlundrinne (die sich übrigens auch bei mehreren Nagern, *Lemmus*, *Hypudaeus arvalis* und *amphibius*, findet) sich über die Insertionsstelle des Pansen hinaus erstreckt, legt sich der Rand dieser Rinne beim Hinabschlucken des wiedergekäuten Bissens dergestalt vor den Eingang in den Pansen, dass der Bissen an ihm und seinem Anhange, dem Netzmagen vorübergleitend in den dritten Magen, das Buch, Psalter (*omasus*) geführt wird. Der vierte, mit dem Buche in Verbindung stehende ist der Lab- oder Käsemagen (*abomasus*). Im ersten Magen bildet die Schleimhaut kleine Zotten und Papillen, im zweiten netzförmige, wiederum Papillen tragende Hervorragungen, im dritten Erhebungen in Blätterform; unregelmässige Falten macht die Schleimhaut des *abomasus*. Bei dem ganzen jungen Kalbe ist nur der vierte Magen ausgebildet; die drei übrigen entwickeln

sich in dem Masse, als das Thier neben der Milch noch vegetabilische Nahrung geniesst. Auch die oben erwähnten Nager mit Schlundrinne, das Känguruh und die Faulthiere, käuen wieder.

Der übrige Darmkanal zerfällt in Dünndarm, Dickdarm und Mastdarm. Der Anfang des letzteren wird häufig durch einen, bei vielen Nagern bedeutend langen Blinddarm bezeichnet. After und Geschlechtsmündung sind getrennt. Nur die Monotremen besitzen eine wahre Kloake.

Speicheldrüsen. Den Fischen, Amphibien und vielen Reptilien (Crokodilen, vielen Cheloniern und Sauriern) fehlen die Speicheldrüsen. Sehr allgemeiu kommen sie den Ophidiern zu, wo sich eine, bei den ächten Giftschlangen rudimentäre oder verschwindende Oberkieferdrüse an der Aussenseite des Unterkiefers findet. Bei ihnen, vielen Sauriern und den Landschildkröten wird auch eine *glandula sublingualis* durch viele einfache Drüsenschläuche mit besonderen Ausführungsgängen gebildet.

Als eine modificirte Ohrspeicheldrüse hat die über und hinter dem Oberkiefer liegende Giftdrüse vieler Schlangen zu gelten. Ihr Secret wird theils durch die in ihrer fibrösen Hülle liegenden Muskelbündel, theils durch die Schläfenmuskeln ausgedrückt und durch einen besonderen Ausführungsgang zur Wurzel des Giftzahnes hingeleitet.

Bei den Vögeln kommen in der Regel vier Paar Speicheldrüsen vor. Die eine (Zungendrüse Meck., *folliculi linguales* Aut.) wird durch eine Reihe einfacher Blindsäcke gebildet, welche sich einzeln längs der Seitenflächen der Zunge öffnen. Ein zweites Paar (vordere

Hälfte der Unterkieferdrüse Meck., *glandulae submaxillares* Aut.) befindet sich vorn zwischen den beiden Unterkieferästen, zwischen der äusseren Haut und der Mundhaut. Sie ist eine zusammengesetzte Drüse mit mehreren Ausführungsgängen, die sich vor der Zunge öffnen. Hinter ihnen sind auch gewöhnlich die einfachen Mündungen des dritten Paares (hintere Hälfte der Unterkieferdrüse Meck., *glandulae sublinguales* Aut.), das gewöhnlich kleiner ist und weiter nach hinten, an den Zungenbeinhörnern liegt. Sehr allgemein ist ferner die Ohrspeicheldrüse da (Mundwinkeldrüse Meck., *parotides* Aut.), am Mundwinkel oder hinter dem Jochbogen, gewöhnlich mit einem Ausführungsgange. Ausserdem sind wohl häufig vorkommende einfache Drüsenfollikel an der Zungenwurzel hierher zu rechnen, während zahlreiche Drüsenhöhlen neben der Mündung der Eustachischen Röhre hinter den Choanen den Schleim absondernden Tonsillen der Säugethiere entsprechen. Diese sind besonders bei den Raubvögeln ausgebildet.

Bei den Säugethieren finden sich gewöhnlich die bei den Menschen vorkommenden Speicheldrüsen, nämlich die *gl. parotis* und *submaxillaris* jederseits mit einem und die *sublingualis* mit zahlreichen Ausführungsgängen. Nur den ächten Cetaceen fehlen sie ganz. Auch die Schleimdrüsen an Lippen, Backen und Gaumen, sowie die Tonsillen sind sehr allgemein verbreitet.

Die Speicheldrüsen wenigstens der Säugethiere zeichnen sich durch ihren ausserordentlichen Nervenreichthum aus, und es gehn die Nervenfasern direkt in die Speichelzellen über.

Leber. Mit Ausnahme von *Branchiostoma*, wo die Leberzellen, wie bei vielen wirbellosen Thieren, mit

den Darmwandungen vereinigt sind, oder dessen Leber vielleicht nur in dem vom Anfange des Darmkanals abgehenden Blindsacke besteht, fehlt bei keinem Wirbelthier die aus einer Ausstülpung der embryonalen Darmanlage hervorgehende Leberdrüse, und in den meisten Fällen ist auch eine Gallenblase vorhanden, beide in der verschiedenartigsten Form und Ausdehnung.

Die sich durch ihren grossen Fettgehalt auszeichnende Leber der Fische ist weich und liegt in dem vorderen Theile der Bauchhöhle, von wo sie sich nicht selten sehr weit nach hinten erstreckt. In ihrer Gestalt ausserordentlich wechselnd, besteht sie im Allgemeinen entweder aus einem Stück (z. B. *Esox, Salmo trutta* und *fario*) oder sie ist zweilappig (z. B. *Cobitis fossilis*, *Perca fluviatilis)* oder dreilappig *(Gasterosteus aculeatus*, am deutlichsten bei den Cyprinen). Die Gallengänge bilden in der Regel nicht einen einfachen *ductus hepaticus* sondern münden besonders in den *ductus cysticus* oder in die Gallenblase. Der *ductus choledochus* ergiesst die Galle gewöhnlich nicht weit hinter dem Pförtner in den Darm. Eine besonders grosse Gallenblase besitzt *Orthagoriscus mola*; sie fehlt bei *Petromyzon*, *Ammocoetes*, *Scomber leuciscus* und *Labrus turdus*.

Die Leber der Amphibien und Reptilien richtet sich im Allgemeinen in ihrer Form nach der Form des Thieres, daher sie bei den Schlangen langgestreckt, bei den Fröschen breiter ist. Ueber ihr Bestehen aus einem oder ihr Zerfallen in mehrere Lappen lässt sich etwas Bestimmtes nicht angeben, und auch das Verhältniss der verschiedenen Ausführungsgänge der Leber und der nur selten fehlenden Gallenblase ist wechselnd. Bemerkenswerth ist die abweichende Lage der Gallenblase bei den

grossmäuligen Schlangen; hier befindet sie sich ziemlich weit entfernt von der Leber neben dem Anfang des Darmes, wo, hinter dem Pylorus, die Mündung des *ductus choledochus* oder die Mündungen des Blasendarmganges und des für sich bestehenden *ductus hepaticus* sind.

Die mit ihrer convexen Seite nach der Bauchwand, mit der concaven nach den Eingeweiden gerichtete Leber der Vögel zerfällt sehr allgemein in zwei Hauptlappen. Die Gallenblase ist meist vorhanden (fehlt z. B. den Tauben und Papageien). Nur selten (*Buceros*) findet sich ein gemeinschaftlicher *ductus choledochus*; in der Regel münden *ductus hepaticus* und Ausführungsgang der Gallenblase, in welche die Galle durch einen oder zwei *ductus hepatico-cystici* gelangt, gesondert hinter der Schlinge in den Darm.

Auch bei den Säugethieren bietet die äussere Form und Ausdehnung der Leber wenig Constantes. Man kann zwar in der Regel zwei Hauptlappen unterscheiden, doch mehrt sich deren Zahl bis auf sechs und acht, namentlich bei den Nagern, Affen und Fleischfressern. Die Gallenblase fehlt u. a. den ächten Cetaceen, mehreren Wiederkäuern (Hirsch, Kameel u. a.), dem Pferde, den Pachydermen (mit Ausnahme des Schweins). Gewöhnlich findet sich ein *ductus hepaticus*, der unter spitzem Winkel einen *ductus cysticus* absendet und hinter diesem als *ductus choledochus* weiter geht.

Die *appendices pyloricae* der Fische und die Bauchspeicheldrüse. Die *appendices pyloricae* sind blinddarmförmige Ausstülpungen des Darmes kurz hinter dem Pförtner, welche in verschiedener Anzahl sich bei vielen Fischen finden und theils einzeln, theils, wenn sie in grosser Menge (z. B. bei den Gadoiden, Scombe-

roiden) vorhanden sind, zu Büscheln oder auch drüsenartigen Massen (*Acipencer*) vereinigt, mit gemeinschaftlichen Ausführungsgängen in den Darm münden. Sie haben dieselben Häute wie der Darm und wurden gewöhnlich für das Homologon der Bauchspeicheldrüse gehalten, bis das Vorhandensein des *pancreas*, theils simultan mit den *appendices pyloricae*, theils ohne die letzteren ausser Zweifel gesetzt ist. Die Fische, bei denen diese Drüse bis jetzt gefunden, sind: '*Salmo salar*, *Clupea harengus*, *Gadus callarias*, *Cottus scorpius*, *Perca fluv.*, *Pleuronectes platessa*, *Pleur. maximus*, *Belone longirostris* und *Cyprinus brama*; endlich auch beim Stör, der zugleich auch *appendices* besitzt. Bei den Aalen, Chimären und Plagiostomen betrachtet man eine, an Struktur dem Pankreas der höheren Wirbelthiere gleiche, in den Klappendarm mündende Drüse als Bauchspeicheldrüse.

Das einfache, seltner gelappte Pankreas der Amphibien und Reptilien liegt hinter dem Magen und mündet mit einem oder auch zwei Ausführungsgängen neben dem *ductus choledochus*, bisweilen mit ihm vereinigt in den Darm.

Bei den Vögeln liegt das röthlich-weisse, meist zweilappige Pankreas in der Duodenalschlinge; seine (gewöhnlich zwei) Ausführungsgänge endigen neben den Gallengängen. Zwei Hauptlappen zählt man in der Regel auch bei den Säugethieren. Der oder die beiden Ausführungsgänge verhalten sich verschieden. Ist nur einer vorhanden, so verbindet er sich entweder mit dem *ductus choledochus* oder mündet für sich in den Darm; sind zwei Ausführungsgänge da, so führen entweder beide in den Darm, oder einer in den Darm, der andere in den *ductus choledochus*.

Gefässsystem. Auch hier steht *Amphioxus* isolirt unter allen Wirbelthieren, indem bei diesem Fische das Gesfässsystem wegen Abwesenheit des Herzens, bei Contractilität aller grösseren Gefässstämme eine merkwürdige Uebereinstimmung mit dem Circulationsapparate der Anneliden zeigt. Ein grösserer, unter der Kiemenhöhle gelegener Stamm ersetzt das Kiemenherz der übrigen Fische; er empfängt das Blut aus dem Hohlvenenstamme und treibt es durch zahlreiche kleine Bulbillen in die Kiemenarterien, deren man 25 bis 50 zählt. Aus den Kiemen sammelt sich das Blut in eine Körperaorta, über dem Kiementhorax, zu welchem auch vorn zwei herzartige Aortenbogen aus der das Kiemenherz repräsentirenden Röhre führen. Ausser diesen erwähnten Gefässen gehört zu den grösseren contractilen Stämmen ein an der Bauchseite des Intestinum gelegenes Pfortadernetz.

### Herzbeutel. Herz. Die in das Herz mündenden und aus dem Herzen kommenden Stämme.

Das Herz der Wirbelthiere ist mit einem Herzbeutel versehen, dem der Herzbeutel der Mollusken analog ist, mit dem man aber nicht den nervösen Sinus der Crustaceen verwechseln darf. In ihm liegt das Herz gewöhnlich in der Art, dass der sich (wie eine Zipfelmütze) einstülpende Herzbeutel auch einen unmittelbaren Ueberzug bildet. Bei den Cyclostomen (mit Ausnahme *Petromyzon*), den Stören, Chimären und Plagiostomen communicirt die Herzbeutelhöhle durch eine Klappe oder Röhre mit der Bauchhöhle.

Das an der Kehle, zwischen den Seitentheilen des Schultergürtels und unter dem Kiemengerüst gelegene

Herz der Fische ist Kiemenherz; es empfängt das venöse Blut des Körpers und treibt es in die Kiemen, von wo es nicht zum Herzen zurückkehrt, sondern in die Körperarterien übergeht. Es besteht aus einer Vorkammer und einer Kammer; nur bei Lepidosiren finden sich zwei Vorkammern, eine linke für das Lungenvenenblut, eine rechte für das Körpervenenblut.

Bei den Selachiern und Ganoiden folgt auf die Kammer ein Arterienstiel, in welchem 3 bis 6 Klappenreihen angebracht sind und der einen sehr plötzlich aufhörenden Muskelbeleg von derselben Beschaffenheit wie die quergestreiften Herzmuskeln besitzt. Er ist eine wirkliche Herzabtheilung. Dieselbe fehlt auch bei den Knochenfischen nicht ganz, ist jedoch kürzer (Ausnahme Hecht) und entbehrt der mehrfachen Klappenreihen. Dem gleichnamigen Abschnitte der höheren Wirbelthiere entsprechend ist er *conus arteriosus* zu nennen. Zwischen ihm und den Kiemenarterien, hat sich nun bei den Knochenfischen ein eigner Abschnitt, der *bulbus arteriosus* entwickelt, also morphologisch und physiologisch von jenem *conus arteriosus* verschieden, ohne Klappen und ausgestattet mit einer beträchtlichen Anschwellung der contractilen glattfaserigen Gefässschicht, welche durch die Kiemenvenen und Körperarterien geht. Will man ihn auch Arterienstiel nennen, so hat man sich also die auseinandergesetzte Verschiedenheit gegenwärtig zu halten.

Der aus dem Arterienstiel hervorgehende Kiemenarterienstamm giebt rechts und links die Kiemenarterien ab. Die Kiemenvenen treten zur Bildung der *aorta descendens* zusammen, nachdem sie bei den meisten Fischen schon die Karoditen und andere für das Herz, das Zun-

genbein, den Kiemenapparat u. s. w. bestimmte Arterien abgegeben. Indem bei den Knochenfischen die aus der Vereinigung der Kiemenvenen entstandenen Bogen sich auch vorn unter der *basis cranii* vereinigen, entsteht der sogenannte *circulus cephalicus s. arteriosus.* Indem sich bei *Amphipnous* die Venen der Athemsäcke, so wie die Venen des 2. und 3. Kiemenbogens nicht in die Aorta, sondern in die *venae ingul.* ergiessen, erhält das Herz dieses Fisches, nicht blos venöses, sondern auch arterielles Blut; auch werden bei diesem Fische alle Weichtheile des Kopfes aus dem Kiemenarterienstamme mit Blut versorgt. Letzteres geschieht auch bei der dem *Amphipnous* nahe stehenden Gattung *Monopterus,* obgleich ihm die Athemsäcke fehlen. Hier respiriren vielleicht die Capillaren der Mund- und Schlundschleimhaut (Hyrtl).

Die beiden Vorkammern von Lepidosiren sind nicht vollständig getrennt und communiciren mit der Kammer nur durch eine Oeffnung. Die Aorta geht aus der Vereinigung des 1. und 2. Aortenbogens hervor, die Lungenarterie entspringt aus dem 3. Bogen.

Die mit Kiemen athmenden Batrachierlarven und Perennibranchiaten schliessen sich mit ihrem Kreislauf eng an die Fische an, indem sich Klappenreihen im *bulbus arteriosus* finden, und die *venae branchiales* nicht, wie die Lungenvenen, zum Herzen zurückkehren, sondern nach Angabe der Arterien für die vorderen Körpertheile sich zu einer *aorta descendens* vereinigen.

Bei allen Amphibien und Reptilien besteht ein doppelter Kreislauf, und überall tritt eine Vermischung beider Blutarten ein. Der Unterschied beruht nur im Grade. Der Vorhof hat stets zwei Abtheilungen. Die

rudimentäre Scheidewand des einfachen Ventrikels, aus verflochtenen Muskelstrabekeln bestehend, schliesst sich nur bei den Crokodilen zu einer vollständig dicht absperrenden Schicht. Der aus diesem Ventrikel hervorgehende Abschnitt — *bulbus* oder *truncus arteriosus* — ist durch Scheidewände in verschiedene Blutbahnen getheilt, und sämmtliche Arterienstämme nehmen aus ihm ihren Ursprung. Der dem Atrium zunächst gelegene Abschnitt der Hohlvenen, d. h. der dem Herzen das Blut zuführenden Stämme, enthält sackartige Erweiterungen, welche durch ihr besonderes Verhalten zu den übrigen Herzabtheilungen die Bedeutung einer centralen Abtheilung des Gefässsystemes bekommen.

Bei den Embryonen theilt sich der einfache Stamm des *truncus arteriosus* in zwei Aeste, in paarige Bogen — *arcus aortae* —, deren seitliche Verbindungen *ductus Botalli* genannt werden, und aus deren Vereinigungen die Aortenwurzeln hervorgehn. Dieselben vereinigen sich zur *Aorta descendens*. Bei den geschwänzten Amphibien findet man auch noch im erwachsenen Zustande Andeutungen des 4. Aortenbogens der Larve, und bei den Salamandern besteht zwischen den beiden letzten der drei vorhandenen Bogen eine offene Verbindung *(ductus Botalli)*. Bei den Fröschen sind die drei Bogen jederseits völlig getrennt, und auch bei allen Reptilien finden sich stets drei Paar Aortenbogen, als Grundlage der bleibenden Gefässe. Stets enthält das unterste Paar die Anlage der Zungenarterien. Das zweite Paar stellt die Wurzeln der *aorta descendens* dar. Die wesentlichsten, aus dem vordersten Bogenpaare hervorgehenden Gefässe sind die Karotiden.

Im Bulbus der Amphibien sind *arteria pulmonalis* und *aorta sinistra* blos unvollständig durch eine Längsfalte geschieden. Bei den Reptilien erscheint diese Falte bis zur gegenüberliegenden Wand verlängert, daher die linke Aorta von ihrem Ursprung an vollständig abgetrennt ist. Bei den Crokodilen bleibt aber an der Basis der Scheidewand zwischen rechter und linker Aorta eine Oeffnung (*foramen Panizzae*), welche von den sich öffnenden Semilunarklappen im Grunde der linken Aorta nicht bedeckt zu werden scheint; und desshalb würde selbst bei dieser Ordnung trotz des Abschlusses der Kammern keine völlige Sonderung des grossen und kleinen Kreislaufes stattfinden. Bei den Amphibien scheint[1]) im Ventrikel eine ausgiebige Vermischung beider Blutarten statt zu finden. Bei den Reptilien ist durch die Leisten, Vorsprünge und die mehr oder minder vollständige Trennung der Kammern dafür gesorgt, dass bei freier Lungenthätigkeit die Trennung der Blutarten eine fast vollständige ist. Ist die Athmung beim Tauchen unterbrochen, so staut sich das aus dem Körper zurückkehrende Blut im Lungenkreislauf an, und erst wenn jene Erweiterungen der Hohlvenen, die *sinus venosi* angefüllt sind, verbreitet sich ein Theil des Blutes, der sonst den Weg durch die Lungen nähme, vermöge der Communicationen beider Bahnen im Körper. Nach allen diesen Verhältnissen erscheint also das Reptilienherz vom Amphibienherzen nicht scharf getrennt.

Erst bei den Vögeln und Säugethieren ist eine vollkommene Scheidung des arteriellen und venösen Sy-

1) Trotz der gegentheiligen Behauptung Brücke's. Wir folgen Fritsch, Amphibienherzen. Archiv.- Anat. 1868.

stems eingetreten, und nie, wenigstens nicht bei ausgewachsenen Thieren communiciren die Herzabtheilungen, zwei Kammern und zwei Vorkammern mit einander. Bei den Vögeln nimmt der den linken an Ausdehnung übertreffende rechte Vorhof die drei Hohlvenen auf. Die Kammer ist gegen den Vorhof durch eine lange dicke muskulöse Klappe geschlossen, und die morphologische Aehnlichkeit derselben mit der entsprechenden Schlussvorrichtung bei den Crokodilen zeigt, dass die Klappe der Vögel unverkennbar, wenn auch in geringerer Differenzirung, bei den Reptilien vorgebildet ist. Aus der rechten Kammer geht die Lungenarterie ab, geschieden durch drei *valvulae semilunares*. Die beiden Lungenvenen ergiessen ihr Blut in die linke Vorkammer. Der Eingang aus dieser in die linke Kammer ist mit einer dünnhäutigen zweizipfeligen Klappe versehen, und die durch ihre ausserordentlich dicken Wandungen sich auszeichnende linke Kammer hat am Eingange in die Aorta auch drei halbmondförmige Klappen. Das Herz der Säugethiere ist in seinen speciellen Einrichtungen nicht aus dem Vogelherzen abzuleiten, und so sind natürlich auch die Klappenvorrichtungen des *Ornithorhynchus*, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit denen des Vogelherzens zeigen, keineswegs Uebergangsstadien. Bemerkenswerth ist die sinusartige Erweiterung der *arteria pulmonalis* vieler Taucher (Delphin, Seehund u. a.). Sie dient zur Ansammlung des venösen Blutes, während das Thier unter Wasser ist und nicht athmen kann.

Accessorische Herzen kommen sowohl an dem Arterien-, als an dem Venensystem vor. Hierher gehört die muskulöse Anschwellung an der *arteria axillaris* der Chimären und *Torpedo*. Ein Venenherz sehen wir an

der *vena caudalis* von *Anguilla* und *Muraenophis*, ein Pfortaderherz bei den Myxinoiden.

### Allgemeine Uebersicht über das Arteriensystem.

In der Umwandlung der Kiemenathmung in die Lungenathmung bei den nackten Amphibien und in der Entwicklung des Gefässsystems der höheren Thiere sind uns die Mittel in die Hand gegeben, das Aortensystem der Fische mit den Lungengefässen und den Aorten der Luftathmer zu vergleichen. Indem die Kiemen mit den auf und an ihnen verlaufenden Gefässen eine Rückbildung erleiden und verschwinden, zu gleicher Zeit aber die vorher sehr unbedeutenden Communicationszweige zwischen Kiemenarterien und Kiemenvenen stärker geworden sind, entstehen mehrere Paare von Gefässbogen. Das vordere, ohne sich zu vereinigen, giebt die Arterien für Hals oder Kopf ab; das oder die hinteren Paare treten zur Bildung der *aorta descendens* zusammen. Aus einem dieser Bogenpaare sind auch die Lungenarterien entsprungen, deren Wachsthum mit der Ausbildung der Lungen vorwärts schreitet, und deren Entstehung später jederseits durch einen *ductus arteriosus Botalli*, d. h. einen Verbindungszweig zwischen Lungenarterie und Aorta angezeigt wird. Auch bei den Embryonen der höheren Thiere finden sich Anfangs mehrere Aortenbogen, aus welchen sowohl die Lungenarterien, als die Gefässe der vorderen Körpertheile gehen. Erst später treten die Lungenarterien bis zum Herzen zurück und communiciren dann nicht mehr mit der Aorta. Die Vögel, Säugethiere und der Mensch behalten nur einen Aortenbogen übrig. So sind also alle diejenigen Gefässe, welche von den Kiemenvenen vor ihrer Vereinigung zur

Aorta abgegeben werden, denjenigen Arterien der höheren Thiere anolog, welche im Fötalzustande derselben aus dem Aortenbogen kamen oder aus dem bleibenden Aortenbogen entspringen.

Wiewohl die Aorta die vornehmste, die Wirbelsäule begleitende Arterie ist, giebt es doch auch andere, längs der Wirbelsäule verlaufende Arterien, welche besondere Systeme bilden, die theils zusammen vorkommen, theils sich ersetzen, und durch deren allgemeine Betrachtung erst die Anordnung des Arteriensystems beim Menschen sich begreifen lässt.

1. System der *arteria subvertebralis impar*. So wird die Arterie bezeichnet, welche bei allen Wirbelthieren gewöhnlich *aorta descendens* genannt wird, bei den Myxinoiden aber auch, aus den Kiemenvenen entstehend, als *aorta descendens* unmittelbar nach vorn sich fortsetzt.

Hierher gehören also: *aorta descendens*,
*arteria sacralis media s. caudalis*,
*arteria vertebralis impar* (Schlangen, Myxinoiden),
*arteria vertebralis media capitis* (Myxinoiden).

2. System der *arteriae subvertebrales laterales*, Stämme, welche durch ihre Lage zur Seite der *subvertebralis impar* und, wie diese, unter der Wirbelsäule, unter und vor den Rippenköpfchen, bestimmt werden.

| | |
|---|---|
| *arteria cervicalis profunda*<br>*intercostalis prima*<br>*iliolumbalis*<br>*sacra lateralis*<br>*carotides* | Mensch u. Säugethiere. |

subvertebrale Stämme der Kopfarterien der Fische (*circulus cephalicus*).

3. System der *arteriae vertebrales laterales s. transversales*. Sie liegen über den Rippenköpfchen oder im Kanal der Querfortsätze.

*arteria vertebralis* (Mensch, Sängeth., Vögel, Crokodile).
*art. intercostalis communis anterior* und *posterior* (Vögel, Schildkröten).

Die *intercostalis prima* des Menschen ist also nicht der *art. intercostalis comm. anterior* der Vögel und Schildkröten homolog. Beide ersetzen sich in der Abgabe von Intercostalästen.

4. System der *arteriae spinales anteriores* und *posteriores* am Rückenmark. Diese Arterien können aus jedem der drei erstgenannten Systeme entspringen; sie begeben sich durch die Intervertebrallöcher. So allgemein aufgefasst, muss man die *carotis cerebralis* mit ihren Verzweigungen hierher rechnen, analog den *arteriae spinales* der Wirbelsäule.

5. System der *arteriae epigastricae*.

Unpaarige *epigastrica descendens* aus den Kiemenvenen einiger Fische (*Lucioperca, Aspro*).
Paarige *epigastrica ascendens* und *descendens* aus der *subclavia* von *Esox*.
*mammaria interna sive epigastrica anterior* und
*epigastrica inferior* der übrigen Wirbelthiere.

6. System der *arteriae intercostales*.

*intercostales ventrales*, aus den *epigastricae*,

*intercostales dorsales*, verschiedenen Ursprungs.

Allgemeine Uebersicht über das Venensystem.

In allen Wirbelthieren findet sich ursprünglich dieselbe oder eine nur wenige Abweichungen zeigende Anlage des Venensystems, die indessen nur bei den Fischen persistent bleibt, bei den übrigen aber sehr bedeutende Veränderungen erleidet. Die Embryone der Wirbelthiere haben zwei Paar Venenstämme, von denen man das vordere die Jugularvenen oder vorderen Kardinalvenen, das hintere die hinteren Kardinalvenen oder auch blos Kardinalvenen nennt. Indem beide Stämme jeder Seite sich vereinigen, bilden sie zwei quere Stämme, die *ductus Cuvieri*, welche, zu einem gemeinsamen Gange vereinigt, sich in die ursprünglich einfache Vorkammer des Herzens ergiessen. Bei den vielen Knochen-Fischen bleibt der linke Stamm der hinteren Kardinalvenen gegen den rechten zurück, und dieser letztere allein hängt später mit der oder den beiden Schwanzvenen (*vena caudal. profunda*) zusammen. Eine Asymmetrie wird bei den Fischen herbeigeführt, indem die hinteren Kardinalvenen, zu einem gemeinschaftlichen Körpervenenstamm vereinigt, mit der *vena iugularis sinistra* einen *sinus venosus* bilden, in welchen sich die *vena iugularis dextra* einsenkt.

Bei den Schlangen bleiben von den Kardinalvenen, nachdem sie sich von den *ductus Cuvieri* losgelöst, nur die sogenannten *venae renales advehentes* als Fortsätze der *vena caudalis* übrig, mit denen bei den Fröschen, Eidechsen und Crokodilen sich die Venen der Hinterbeine verbinden. Bei den Vögeln gehen die

Reste der hinteren Kardinalvenen als *venae renales advehentes* in die *venae iliacae.* Bei den Säugethieren gehen, nachdem die hinteren Hälften der hinteren Kardinalvenen verschwunden, die Schwanzvenen in die unterdessen entstandenen *venae hypogastricae* über. Die vorderen Hälften der Kardinalvenen verschwinden nicht gänzlich und werden zum oberen Ende der *vena azygos* und *hemiazygos,* die bei mehreren Säugethieren (Schwein, Wiederkäuer u. a.) getrennt bleiben.

Bei den Schlangen, Vögeln und Säugethieren verkürzt sich der gemeinsame Kanal der Cuvier'schen Gänge und wird in die sich erweiternde, ursprünglich einfache Vorkammer mit aufgenommen, so dass dann jeder Gang für sich, nach Entstehung der Scheidewand, in das rechte *atrium* mündet. Sie erscheinen demnach bei den Amphibien, Vögeln und einigen Säugethieren (Fledermaus, Ratte, Kaninchen u. a.) als die zwei oberen Hohlvenen. Bei anderen Säugethieren bildet sich zwischen den *venae ingulares* eine Anastomose, der Theil der linken Ingularvene zwischen der Anastomose und dem *ductus Cuvieri* ihrer Seite wird resorbirt, daher nur der rechte *ductus Cuvieri* als vordere Hohlvene auftritt, der linke aber als das vordere Ende der *vena hemiazygos* übrig bleibt. Bei den Thieren mit vorderen Extremitäten ergiessen sich die *venae subclaviae* in die Iugularvenen.

Die beiden Venenstämme vor dem Herzen bei den Embryonen vielleicht aller Wirbelthiere sind die Iugularvenen, welche die Venen aus dem Schädel, dem Gesicht und der Zunge aufnehmen. Die meisten Wirbelthiere, nämlich die Fische, Frösche, Schlangen, Vögel und ein Theil der Säugethiere (viele Nager, Pferd, Wieder-

käuer) behalten jederseits nur eine, der *vena iugularis externa* des Menschen entsprechende Drosselvene; bei den Eidechsen und Crokodilen aber und anderen Säugethieren bildet sich eine zweite Drosselvene (*v. iugularis interna*) aus der ersten hervor. Indem bei den Vögeln die beiden Iugularvenen mit einander anastomosiren, erlangt gewöhnlich die rechte eine grössere Weite als die linke, und letztere kann sogar (bei den Spechten) ganz verschwinden.

Mit Ausnahme der Fische, wo das System der Iugular- und Kardinalvenen bleibt, treten bei den Wirbelthieren Vertebralvenen auf, welche die Venen der Wirbelsäule und Rippen aufnehmen, die früher mit den Iugular- und Kardinalvenen zusammenhingen. Man bezeichnet sie als *venae vertebrales anteriores* und *posteriores*, die sich jedoch sehr verschieden hinsichtlich ihrer Lage zu den Wirbeln verhalten, indem sie bald unter den Querfortsätzen, bald über den Rippenköpfchen sich befinden, und die man, analog den Arterien, auch in mehrere Systeme bringen kann. So erhält man folgende:

1. System der paarigen Subvertebralvenen. Will man consequent die Venen nach ihrem Verhältniss zur Wirbelsäule gruppiren, so darf man das System der hinteren Kardinalvenen der Fische nicht als das System der *vena azygos* und *hemiazygos* der höheren Wirbelthiere, denen die *venae vertebrales inferiores* der Batrachier und Ophidier entsprechen, fremd betrachten, sondern die hinteren Kardinalvenen der Embryone, und dieselben persistenten Adern der Fische werden nur durch die *vena azygos* und *hemiazygos* wiederholt. Am Halse der Säugethiere sind die Analoga dieser (von Müller wegen

ihrer ursprünglichen Symmetrie *conjugatae* genannten Venen) die *venae profundae cervicis*.

2. System der *venae vertebrales laterales s. transversales;* liegen wie die gleichbenannten Arterien über den Rippenköpfchen oder im Kanal der Querfortsätze. Es sind die *venae vertebrales* am Halse der Schildkröten, Vögel und Säugethiere (*venae vertebrales profundae*), die *venae vertebrales posteriores* der Chelonier, Crokrodile und Vögel, welche hier für das System der *azygos* auftreten.

3. System der *vena subvertebralis media*. Diess ist das System der hinteren Hohlvene, welche sich bei den Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethieren findet, und dem das Pfortadersystem untergeordnet ist. Bei den Fischen wird das System der unteren Hohlvenen allein durch das Pfortadersystem repräsentirt.

### Die Wundernetze.

Ausser der feinen Zertheilung der Gefässe in den Kapillarnetzen, zum Zweck der Ernährung, und in den Blutdrüsen ohne Ausführungsgänge finden wir auch sehr häufig noch eine andere Art von Gefässzertheilung, die schon längst unter dem Namen der Wundernetze (*rete mirabile*) bekannt ist. Die Wundernetze kommen sowohl an den Arterien, als an den Venen vor und in verschiedener Anordnung. Entweder geht das Gefäss nur einmal in die anastomosirenden oder nicht anastomosirenden Kanäle des Wundernetzes über, und diese zertheilen sich zuletzt in die Kapillaren (diffuse oder unipolare Wundernetze, *rete mirab. unipolare*), so dass das Wundernetz nur einen Wirbel hat; oder die Röhren des Wundernetzes sammeln sich wieder zu einem oder

mehreren Stämmen, und erst diese nach weiterem Verlauf gehen in das Kapillarnetz über (bipolare oder amphicentrische Wundernetze). In beiden Fällen kann die Bildung des Wundernetzes sich einfach auf die Arterien oder Venen *ret. mirab. simplex*) oder auf Arterien und Venen zugleich (*r. m. geminum*) erstrecken, wo dann die Zweige der arteriösen und venösen Theile des Wundernetzes zwischen und neben einander zu liegen pflegen, so dass sie sich berühren, ohne mit einander zu communiciren. Wir wollen die vorzüglichsten Wundernetze aufführen.

1. Das Wundernetz der Pseudobranchie. Die sogenannten Nebenkiemen oder Pseudobranchien sind gefäss- und blutreiche, den meisten Fischen zukommende Organe, welche zum Theil ein kiemenartiges Aussehen haben, zum Theil drüsenartig sind und bei den Knochenfischen im vorderen und oberen Theile der Kiemenhöhle liegen, bei den Plagiostomen aber am vorderen Rande des Spritzloches angewachsen sind. Die kiemenartigen Pseudobranchien liegen frei, die drüsigen sind von Haut und Muskeln bedeckt und oft sehr versteckt. Die feineren Elemente beider Arten sind gleich; es sind Federchen, gebildet aus knorpeligen Stielen, welche zwei Reihen von Blättchen tragen. Die Pseudobranchie erhält arterielles Blut von der *arteria hyoidea-opercularis* (aus der ersten Kiemenvene) oder vom *circulus cephalicus*. Die Arterie vertheilt sich in den Federchen in abweichender Weise, als die Gefässvertheilung auf den Kiemenblättchen ist, indem nicht ein feines Gefässnetz gebildet wird, sondern der Arterienzweig eines jeden Blättchens nur in wenigen Bogen zur Vene gelangt. Die Vene der Pseudobranchie ist die *arteria ophthalmica magna* für die Chorioidaldrüse und die Chorioidea.

Die Pseudobranchie bietet also ein Beispiel eines *rete mirabile bipolare simplex* dar.

2. Die Chorioidaldrüse der Fische und die Wundernetze der *chorioidea* der übrigen Wirbelthiere. Die Chorioidaldrüse der Fische ist eins der ausgebildetsten Wundernetze, ein bipolares Zwillingswundernetz. Sie steht in genauer Beziehung zur Pseudobranchie, indem sie bei den allermeisten Knochenfischen, welche letztere besitzen, gleichfalls beobachtet ist, bei

anderen aber, die die Pseudobranchie nicht haben (z. B. Welse, Aale), auch fehlt. Nur die Störe und Plagiostomen haben die Pseudobranchie ohne die Chorioidaldrüse. Die *vena ophthalmica magna* bildet, ehe sie sich auf der *chorioidea* verzweigt, ein amphicentrisches Wundernetz, und zwischen diesen Röhren liegt das gleichfalls amphicentrische Wundernetz, in welches die Chorioidalvenen vor ihrem Uebergange in die *vena ophthalmica magna* sich verzweigen.

Auch die übrigen Wirbelthiere haben Wundernetze der *chorioidea*, aber diffuse. Bei ihnen ist die Chorioidaldrüse das äussere Blatt der *chorioidea*, in welchem die grössere Verzweigung der *arteriae ciliares posteriores breves* vor sich geht, und hieraus erst entspringt das eigentliche tiefere Kapillarnetz der Aderhaut. Mit den Venen verhält es sich ebenso.

3. Die Wundernetze der Karotiden. Die aus der ersten Kiemenvene entspringenden Karotiden der Plagiostomen bilden in der Gegend der Augenhöhlen ein amphicentrisches Wundernetz. Dies ist auch bei den Vögeln an dem für die Augen bestimmten Aste der *carotis interna* häufig. Bei den Säugethieren ist es namentlich die *carotis cerebralis* (Wiederkäuer, Pachydermen), welche im Innern des Schädels in ein bipolares Wundernetz übergeht. Ein sehr schönes Wundernetz wird bei der Katze durch die inneren Gesichtsarterien gebildet hinten in der Augenhöhle.

Die *art. sphenopalatina*, eine unmittelbare Fortsetzung der *carotis*, bildet bei denselben pflanzenfressenden Säugethieren, welche das carotische Wundernetz besitzen (*Antilope*, *Capra*, *Ovis*, *Cervus*, *Bos*, *Scrofa* und wahrscheinlich noch anderen) ein ausgezeichnetes Nasalwundernetz. Dasselbe überzieht sämmtliche Wandungen der Nasenhöhle, mit Ausnahme der Siebbeinzellen, d. h. die der Berührung mit der eingeathmeten Luft ausgesetzte Fläche der Nasenhöhle, mit Ausnahme der eigentlichen Riechsphäre, und unterscheidet sich dadurch von allen übrigen bisher bekannt gewordenen Wundernetzen, dass die Kapillargefässe unmittelbr von seinen Stämmen abgehen, während sie sonst durch allmälige Verjüngung der Arterienzweige entstehen.

4. Die Wundernetze der Schwimmblase. Das Gefässsystem der Schwimmblase der Fische zeigt alle mögliche Formen der Wundernetze. Ein diffuses, über die ganze Schwimmblase ausgebreitetes besitzen die Cyprinen; auch die Hechte haben diffuse Wundernetze in Form von Wedeln, zwischen denen das eigentliche Kapillarnetz, aber in geringer Ausdehnung, sich befindet. Gewöhn-

lich aber sind diese Wundernetze noch mehr concentrirt, indem es zur Bildung der sogenannten rothen Körper oder Blutgefässkörper kommt. Diese finden sich als bipolare Wundernetze u. a. bei *Gadus*, *Perca*, *Lucioperca*, am vollständigsten bei den Aalen.

5. Die Wundernetze am chylopoetischen System. Diese Wundernetze gehören zu den vereinzelten Erscheinungen. Sie kommen namentlich bei einigen Haien, den Thunfischen und dem Schweine vor.

Bei *Lamna cornubica* muss alles für Darm, Magen, Leber, Milz, Pancreas bestimmte Blut vor der Vertheilung auf die Eingeweide durch zwei, im obersten Theile der Bauchhöhle vor und seitlich vom Schlunde liegende Wundernetze, durch welche auch die Venen zurückkehren. Ein unipolares Wundernetz findet sich am Klappendarm von *Squalus vulpes*. Noch complicirter als bei *Lamna cornubica* ist die Bildung der *retia mirabilia* bei den Thunfischen, indem bei ihnen nicht nur der grösste Theil der Eingeweidearterien vor ihrer Vertheilung, sondern auch die Gefässe des Pfortadersystems, ehe sie in die Leber treten, durch die amphicentrischen Wundernetze gehen. Die kleineren derselben sind spindelförmig, die grösseren gleichen Kegeln, die mit ihrer Basis der Leber angewachsen sind.

Beim Schweine bilden die Gekrösarterien ein diffuses Wundernetz.

6. Intercostalwundernetze werden bei den ächten Cetaceen durch die *arteriae intercostales* gebildet.

7. Die Wundernetze an den Extremitäten und im Schwanze finden sich bei vielen Säugethieren; so an der *arteria brachialis* der Cetaceen, an der *art. brachialis* und *cruralis* mehrerer Edentaten (Faulthier, Gürtelthier), Tarsier u. a. Bei den Raubvögeln, besonders *Sarcoramphus gryphus* werden die *artt. radialis* und *cubitalis*, auch die *brachialis profunda* und die *axillaris* von einem dichten venösen Netze umsponnen und wie von einer Scheide umgeben. An den Beinen von *Carbo corm.* und *Cygnus olor* umspinnen venöse Plexus einen Theil der *arter. tibialis*. Am Schwanze sind sie bei *Myrmecophaga* und *Bradypus* beobachtet. Auch die Venen können daran Theil nehmen. Diese Netze gehören zu den unvollkommensten, da sie sich häufig nur auf das Zerspalten eines Theils des Gefässes in eine nicht gar grosse Anzahl Nebenzweige beschränken, durch welche der Hauptstamm hindurchtritt.

Den Nutzen der Wundernetze hat man hauptsächlich in einer mechanischen, localen Verlangsamung gesucht, eine Erklärung, die freilich für die venösen Netze ganz unbefriedigend ist. Allerdings wird in der Regel wegen der vermehrten Reibung der Blutlauf verlangsamt werden. Damit aber wird ein reichlicherer Stoffwechsel möglich, und nun sind die venösen Netze an ihrem Platze. Eine solche Auffassung scheinen z. B. die Gekröswundernetze des Schweines zu verlangen. Anders die Wundernetze der Extremitäten von *Bradypus*. Hier scheinen sie ein Mittel zu sein, bei den lang anhaltenden Muskelcontractionen dem Zusammendrücken der Adern vorzubeugen und den Blutlauf ungehemmt von Statten gehen zu lassen. Aehnliches wird für die rein venösen Wundernetze am Flügel der hoch und anhaltend fliegenden Vögel gelten, und auch an den Beinen der Vögel scheinen sie den Druck des *tibialis anterior* und seiner Flechse paralysiren zu sollen.

### Lymphgefässsystem.

Das den Wirbelthieren (mit Ausnahme von *Amphioxus*) allgemein zukommende Lymphgefässsystem entsteht in Form eines Netzwerkes, das dem Kapillarnetz der Blutgefässe ähnlich ist, aber stärkere Kanäle hat. Die Lymphgefässchen finden sich in fast allen Organen; nur in den Knochen und im Auge sind sie bis jetzt nicht beobachtet. Die aus den Netzen hervortretenden Zweige sammeln sich zu grösseren, in die Venenstämme einmündenden Stämmen. Das Lymphgefässsystem nimmt innerhalb der Gewebe die aus den Blutgefässen ausgeschwitzte Gewebsflüssigkeit auf und führt sie mittelst feiner Sammelröhren wieder den Blutgefässen zu. Glei-

cher Weise wird durch den, den chylopoetischen Abschnitt umspinnenden Theil des Lymphgefässsystems der Chylus, der rohe Speisesaft, aufgenommen. Innerhalb des Systems, in den Lymph- und Mesenterialdrüsen, werden die Lymphzellen oder farblosen Blutkörperchen gebildet.

Bei den Fischen liegen ein oder mehrere Stämme unter der Wirbelsäule, andere unterhalb der Seitenlinie, zwischen den Hälften des Seitenmuskels. Letztere münden sowohl durch einen gemeinschaftlichen Sinus in die *vena caudalis*, als, wie die oberen, in die vorderen grossen Venenstämme.

Bei den Amphibien und Reptilien ist das Lymphgefässsystem ausserordentlich entwickelt und bildet häufiger als bei den übrigen Wirbelthieren grössere Cisternen, oder die Blutgefässstämme werden von den Lymphgefässen ganz umhüllt. Sie sammeln sich zu einem oder zwei, in die vorderen Venenstämme einmündenden *ductus thoracici*. Eine eigenthümliche Erscheinung sind auch die Lymphherzen. Es finden sich deren bei den Fröschen vier, bei den übrigen zwei. Die vorderen Lymphherzen des Frosches liegen auf den Querfortsätzen des dritten Wirbels, unter dem hinteren Ende der Schulterblätter. Die hinteren aller Reptilien liegen oberfläch lich oder auch verborgen unter den Rückenmuskeln (z. B. bei *Pseudopus Pallasii)* in der *regio ischiadica*. Ihre rhythmischen Contractionen sind namentlich beim Frosch leicht wahrzunehmen.

Bei den Vögeln spaltet sich ein grosser, vor der Aorta verlaufender Stamm in zwei *ductus thoracici*, welche in die obere Hohlvene gehen. Ein anderer, die Kaudallymphgefässe vereinigender Stamm tritt in die

seitliche Kaudalvene. Auch mehrere Vögel (z. B. die Struthionen) besitzen ein contractiles Lymphherz an dem oben erwähnten Kaudalstamme, an dessen Stelle bei den meisten nur eine häutige Erweiterung sich findet.

Die Säugethiere zeichnen sich vor den übrigen Wirbelthieren dadurch aus, dass ihr Lymphgefässsystem sehr reich ist an sogenannten lymphatischen Drüsen (*ganglia lymphatica)*, deren Vorkommen an der Hals- und Brustgegend der Vögel nicht sicher ist. Diese Lymphdrüsen haben die grösste Aehnlichkeit mit den amphicentrischen Wundernetzen der Arterien und Venen und liegen meist ebenso zerstreut, aber doch an bestimmten Orten vorzugsweise angehäuft, wie beim Menschen, also namentlich am Halse, in der Achsel, Lendengegend, im Mesenterium. Besonders bei vielen Raubthieren, den Delphinen und Robben entsteht durch die Vereinigung fast aller Mesenterialdrüsen das von seinem Entdecker sogenannte *pancreas Asellii,* aus welchem bei den Robben nur ein einziger Gang, der *ductus Rosenthalianus,* führt. Aus einer unter dem Zwerchfell befindlichen Lymphcisterne gehen ein oder zwei *ductus thoracici.* Sind es zwei, so vereinigen sie sich bald, und dieser Stamm tritt in die linke Schlüsselbeinvene, während kleinere Zweige in die rechte *vena subclavia* und *iugularis* münden.

Dieselbe Function, wie die Lymphdrüsen, nämlich die farblosen Blutkügelchen zu bilden, hat auch die Milz, welche nur dem *Amphioxus* und den Myxioniden fehlt.

Respirationsorgane. Ueber die knöchernen Theile des Kiemenapparates der Fische vergl. oben.

Bei den Cyclostomen tritt das Wasser nicht durch den Mund, sondern durch besondere Gänge mit äusseren Oeffnungen in die platten Kiemensäcke. Solcher Kiemensäcke sind jederseits sechs bis sieben, und die ihnen das Wasser zuführenden *ductus branchiales externi* gehen entweder (*Petromyzon*, *Ammocoetes*, *Bdellostoma*) von eben so vielen getrennten Athemlöchern aus, oder entspringen von einer gemeinsamen Oeffnung (*Myxine*). In derselben Richtung, wie die äusseren Gänge in die Kiemensäcke eingetreten, verlassen diese die inneren Kiemengänge. Sie münden bei *Petromyzon* in einen besonderen, vor der Speiseröhre liegenden *bronchus*, welcher hinten blind endigt. Bei den übrigen Cyclostomen aber führen sie als *ductus branchiales oesophagei* in die Speiseröhre, aus welcher endlich das Wasser durch einen besonderen, unpaarigen, links gelegenen Kanal, den *ductus oesophogeo-cutaneus* entlerrt wird. Die Mündung dieses Kanals fällt bei *Myxine* mit dem gemeinsamen, bei *Bdellostoma* u. a. mit dem letzten Stigma zusammen.

Auch die Plagiostomen haben keine gemeinschaftliche Kiemenhöhle, sondern von einander getrennte Kiemensäcke, gewöhnlich fünf. Sechs hat *Hexanchus*, sieben *Heptanchus*. Jeder hat eine innere und eine äussere Oeffnung. Die Kammern entstehen durch häutige, von den Kiemenbogen bis zur äusseren Haut reichende Diaphragmen, durch welche auch die beiden Kiemenblättchenreihen auf den Kiemenbogen getrennt werden. Die vorderste, an dem Zungenbeine befestigte Kieme besteht jedoch nur aus einer einfachen Blätterreihe, und so sind im Ganzen bei den Plagiostomen nur vier und eine halbe Kieme da.

Bei den Ganoiden und Knochenfischen liegen die Kiemen in einer gemeinsamen Höhle, in welche das Wasser durch die zwischen den Kiemenbögen befindlichen Lücken eintritt, während es durch die grössere oder kleinere Spalte zwischen Kiemendeckel und Brustflossen ausläuft. In der Regel trägt jeder der vier Kiemenbögen auf den convexen, der Kiemenhöhle zugewendeten Rande zwei Reihen von Kiemenblättchen, die gewöhnlich nur an der Basis mit einander verwachsen sind und durch zwei sich kreuzende Muskeln gegen einander bewegt werden können. Sie werden durch ein knorpeliges oder knöchernes Stäbchen aufrecht erhalten und haben eine grosse Menge die Oberfläche sehr vermehrender Querfalten, auf denen sich das respiratorische Gefässnetz ausbreitet. Uebrigens aber erhält jedes Kiemenblättchen auch ein ernährendes Gefäss.

Einige der merkwürdigsten Abweichungen in der Zahl der Kiemen sind folgende: Am häufigsten trägt der vierte Kiemenbogen nur eine Halbkieme, bei den *Labroidei cycloidei* und *ctenoidei*, bei vielen Kataphracten, *Cyclopterus, Zeus* u. a. Dann kann eine ganze Kieme, vorn oder hinten, ausfallen, wie bei *Lophius*, *Tetrodon, Diodon*, *Tribranchus*. *Malthe* hat nur zwei und eine halbe, *Amphipnous* nur zwei Kiemen, davon die eine unvollständig.

Eine respiratorische Kiemendeckelkieme besitzen viele Ganoiden (Störe und *Lepidosteus*). (Siehe oben).

Aeussere Kiemenfäden finden sich bei den Embryonen der Plagiostomen und bei *Lepidosiren annectens*.

Einzelne Fische, namentlich solche, die im Stande sind, längere Zeit an der Luft zu leben, haben accessorische Athemorgane. Nämlich:

a. Respiratorische Nebenkiemen besitzt eine Familie der Knochenfische (*Labyrinthici*, wohin *Anabas, Osphronemus* u. a.), bei denen die vorderen oberen Schlundknochen siebbeinartige Labyrinthe bilden, ausgekleidet mit Schleimhaut, deren Arterien und Venen sich wie die Kiemengefässe verhalten. Baumförmige Nebenkiemen hat *Heterobranchus* am oberen Stücke des zweiten und vierten Kiemenbogens. In sie gehen Zweige der Kiemenarterien, und ihre Venen ergiessen sich in die Kiemenvenen.

b. Lungenartige Athemorgane haben *Amphipnous* Müll. und *Heteropneustes* Müll. (*Saccobranchus* Val.) als gefässreiche, mit der Kiemenhöhle zusammenhängende Säcke. Von diesem Organ des *Amphipnous* ist es jedoch noch ungewiss, ob es zur Wasser- oder Luftathmung diene.

### Kiemen der Amphibien.

Alle Amphibienlarven athmen durch äussere Kiemen, die meist büschel- oder quastförmig sind. Sie verschwinden bei den Fröschen und Salamandrinen gänzlich, nachdem bei den Froschlarven innere Kiemen erschienen sind. Bei den Derotreten bleibt eine Kiemenspalte; die Perennibranchiaten behalten aber die Kiemenbüschel fortwährend neben den Lungen.

### Schwimmblase. Lungen und ihre Eingänge.

Schwimmblase und Lunge sind homologe Bildungen, obgleich sie, mit einer einzigen Ausnahme,

functionell aus einander gehen. Sie entstehen als Ausstülpungen des vorderen primitiven Darmrohres.

Die Selachier besitzen nur ein Schwimmblasenrudiment oberhalb des Schlundes und in diesen einmündend. Die Ganoiden haben sie allgemein, von den Knochenfischen die meisten. Die Verbindung mit dem Oesophagus oder sogar dem Magen (Stör) ist bei den Stören noch überall erhalten, geht aber bei den Knochenfischen, mit Ausnahme der mit einem Luftgange versehenen Ordnung *Physostomi* verloren. Sie wird aus zwei Häuten gebildet, einer inneren Schleimhaut und einer fibrösen Haut. Ihre Form hat nichts Constantes. Am gewöhnlichsten nur aus einer Abtheilung bestehend, kann sie auch, bei *Amia*, in viele Kammern und Zellen zerfallen. Am häufigsten ist sie durch eine Einschnürung in zwei hinter einander gelegene Kammern getheilt. Ueber ihre Verbindung mit dem Gehörorgan s. oben. Sie scheint vornehmlich ein Hülfs-Bewegungsorgan zu sein, ein hydrostatischer Apparat, durch welchen das Steigen und Sinken regulirt wird. Dies tritt besonders bei den Fischen deutlich hervor, die mit einem besonderen Apparat zur Verengerung und Erweiterung der Schwimmblase versehen sind. So wird z. B. bei mehreren Welsen (*Auchenipterus*, *Doras*, *Malapterurus* u. a.) die vordere Abtheilung der Schwimmblase durch einen, wie eine Sprungfeder wirkenden Knochen eingedrückt, der am ersten Wirbel befestigt ist. Wird die Feder durch einen Muskel gehoben, so wird die Schwimmblase vorn ausgedehnt, und zugleich folgt daraus die Hebung des vorderen Körperendes. Dasselbe wird bei den Ophidiern durch eine, wie ein Stöpsel wirkende Vorrichtung erreicht.

Die Schwimmblase der Dipnoi wird zur Lunge, indem sie während der trocknen Jahreszeit Luft aufnimmt, und ihr venöses Blut zur Umwandlung in arterielles zugeführt wird. Sie ist nun morphologisch und physiologisch der Lunge der Amphibien homolog, von welcher sie auch in den feineren Texturverhältnissen nicht wesentlich abweicht.

Bei allen übrigen Wirbelthieren, welche eine Stimme haben, ist ein Theil des Lungeneinganges zum Stimmappparat geworden.

Eine Scheidung in Kehlkopf und Luftröhre kann man an der Eingangsröhre in die Lungen der Amphibien noch nicht wahrnehmen. Der Eingang ist nur eine häutige, bei den geschwänzten Batrachiern mit nur wenigen, bei den ungeschwänzten mit mehr Knorpeln und rudimentären Tracheal- und Bronchialringen versehene Höhle, die sogenannte Stimmlade.

Die Sonderung zwischen Kehlkopf und Luftröhre tritt bei den Reptilien stärker hervor, indem man denjenigen Theil des Eingangskanals in die Lungen als Kehlkopf bezeichnet, dessen Knorpel ein durch senkrechte Leisten zusammenhängendes Gerüst bilden. Diese einzelnen Theile kann man nach den entsprechenden Kehlkopfknorpeln der höheren Thiere benennen.

Stimmbänder fehlen den geschwänzten Batrachiern, den Ophidiern, Cheloniern und vielen Sauriern. Am entwickeltsten haben auch sie die Chamäleonten und Geckos. Mit der Luftröhre lassen sich auch die Bronchien bei den Reptilien bestimmter unterscheiden, und nur bei mehreren Schlangen (z. B. *Coluber*, *Vipera*) findet, wegen der zelligen Beschaffenheit dieser Theile, ein unmerklicher Uebergang derselben in die Lunge

statt. Die Knorpelringe an Luftröhre und Bronchien sind bald unvollständig, bald geschlossen.

Mit Ausnahme der eben erwähnten Schlangen und der Proteiten, deren häutige Bronchien auch allmälig in die Lungensäcke übergehen, sind die Lungen der Amphibien und Reptilien deutlich von ihren Eingangskanälen getrennt. Ihre Form richtet sich im Allgemeinen nach der Form der Thiere. Sie werden vom Bauchfelle überzogen. In den meisten Fällen sind zwei Lungen von gleicher Grösse da; bei den Cöcilien, vielen Sauriern und Ophidiern tritt die eine gegen die andere zurück, und viele Schlangen (darunter z. B. *Vipera, Typhlops*) besitzen nur eine sehr lange Lunge. Die Lungen der Amphibien und Reptilien sind nur gradweis verschieden. Sie sind bei den Tritonen, *Proteus*, *Menobranchus* blosse sackartige, innen völlig glattwandige Erweiterungen des Luftröhrenastes. Bei den übrigen Amphibien, der Blindschleuche und Eidechse wird die innere Fläche durch polygonale Leisten und Maschen vermehrt, welche sich bei den Schildkröten zu zwei Reihen, nur von der Bronchusfortsetzung zugänglicher Blindsäcke compliciren. Bei den Crokodilen sind diese sackartigen Lufträume zu rundlichen Gängen eingeengt.

Bei den Vögeln führt eine hintere der Zunge liegende, gewöhnlich mit hornartigen Papillen besetzte Längsspalte in den oberen Kehlkopf. Seine festen Theile bestehen aus mehreren, bei den alten Vögeln ossificirten Knorpeln, welche den Kehlkopfknorpeln der Säugethiere zum Theil entsprechen. Eine vordere grössere Platte hängt bei jungen Vögeln mit zwei, die hintere Wand des Kehlkopfes bildenden Stücken zusammen, die sich nach Beginn der Ossification loslösen. Alle

drei entsprechen dem Schildknorpel (*cartil. thyreoidea*). Ein zwischen die beiden hinteren Ränder der Seitentheile tretendes Ausfüllungsstück ist das Analogon des Ringknorpels (*cart. cricoidea*); darauf sitzen zwei längliche Giesskannen-Knorpel oder Knochen (*cart. arytaenoideae*).

Die Luftröhre hat gewöhnlich vollständige, häufig verknöcherte Ringe. Sie zeigt bei einigen Vögeln, z. B. bei *Mergus*, mittere Erweiterungen, bei anderen macht sie beträchtliche Biegungen und Windungen, entweder unter der Haut (z. B. *Tetrao urogallus*) oder im Brustbein (*Grus cinerea*), seltener in der Gabel (*Numida cristata*) oder auch in der Brusthöhle (*Platalea leucorodia*). *Casuarius novae Hollandiae* besitzt am mittleren Theile der Luftröhre einen grossen häutigen Sack, welcher mit ihr durch eine, mehrere Ringe trennende Längsspalte communicirt.

Von den beiden Muskelpaaren der Luftröhre, welche als Niederzieher wirken, entspringt das eine, weniger beständige von der Gabel oder dem unteren Kehlkopfe und begleitet die ganze Luftröhre (*m. ypsilotrachealis*), Das andere ist kürzer, entspringt vom Brustbein und geht, wie das vorige, an die Seiten der Luftröhre (*m. sternotrachealis*).

Das eigentliche, nur wenigen Vögeln (z. B. Struthionen und Störchen) fehlende Stimmorgan ist der sogenannte untere Kehlkopf, der nur selten (*Steatornis*, *Crotophaga*) paarig in den beiden Bronchien, oder allein in dem unteren Theile der Luftröhre (*Thamnophilus* u. a.), gewöhnlich an der Uebergangsstelle der Luftröhre in die Bronchien sich vorfindet (*larynx bronchotrachealis*).

Durch eine festere Verbindung oder auch Verchmelzung der letzten Luftröhrenringe wird das Ende der Luftröhre zu der fast vierseitigen Trommel, mit der bei den Männchen vieler Taucher und Enten unsymmetrische Knochenblasen, sogenannte Paukeu und Labyrinthe zusammenhängen. Von der Theilungsstelle der Trommel in die beiden Bronchialäste erhebt sich in der Regel eine die Trommel in zwei Seitenhälften theilende Knochenplatte, der Bügel oder Steg. Er fehlt den Papageien. Bei ihnen wird durch eigenthümliche, an den unteren Seitenrändern der Trommel und an den Bronchien befestigte Knochenbogen und eine zwischen ihnen ausgespannte Membran (*membrana tympaniformis externa*) eine einfache Stimmritze gebildet. Zwei Muskelpaare heben die Bronchien und verengern die Stimmritze, ein Paar erweitert sie.

Zwischen den Rändern des nach unten gerichteten Ausschnittes des Bügels ist der obere Theil der Innenwand jedes Bronchus ausgespannt, die innere Paukenhaut. Ihr gegenüber liegt eine äussere Paukenhaut. Theils bildet diese, theils, wenn sie fehlt, die Verbindungshaut zweier Bronchialringe die äussere Lippe der Stimmritze, bei verkürzter Luftröhre. Das innere, weniger entwickelte *labium glottidis* ist eine von der *membrana tympaniformis interna* oder dem Bügel abgehende Falte von elastischem Gewebe. Eine manchen Singvögeln eigenthümliche Membran erhebt sich auf dem Bügel als *membrana semilunaris*.

Der die genannten Theile bewegende, erweiternde und verengernde Muskelapparat zeigt die grösste Mannichfaltigkeit. Bei vielen Vögeln (Hühnern, Enten, Gänsen) finden sich nur die *mm. ypsilotracheales* und *ster-*

*notracheales.* Bei anderen (Raubvögeln, vielen *Scansores*, *Coracias*, *Caprimulgus*, *Cypselus* u. a.) kommt ein Muskelpaar hinzu, die *m. broncho-tracheales.* Sehr viele Singvögel haben fünf Paar eigenthümlicher Kehlkopfmuskeln, doch ist auf die gleichmässige Anzahl dieser Muskeln keine systematische Eintheilung zu gründen, indem namentlich die amerikanischen Passerinen einen weit einfacheren Muskelapparat als unsere einheimischen besitzen.

Die Lungen sind nur an ihrer Bauchfläche von einer Pleura überzogen, mit der Rückenfläche liegen sie auf beiden Seiten der Wirbelsäule den Rippen an; sie sind durch Zellgewebe an Wirbel und Rippen befestigt, welche bleibende Eindrücke in ihnen hervorbringen. Durch die Art der Bronchialverzweigung ist die Vogellunge wesentlich von der der Säugethiere verschieden, und schliesst sich an die Reptilien an. Der die Lunge durchsetzende und hinten in den Hinterleibsluftsack mündende Hauptluftgang giebt seitliche Röhren ab, und findet überhaupt keine baumförmige Verzweigung statt. Das eigentliche respiratorische Gewebe ist in den dicken Wandungen der sogenannten Lungenpfeifen enthalten, langgestreckten sechskantigen Röhren.

Sehr allgemein können von der Lunge aus grosse häutige Säcke, Ausstülpungen der Bronchienwandung, die zum Theil Eingeweide einschliessen, mit Luft angefüllt werden. Die Anordnung dieser Luftzellen oder Luftsäcke ist wenig veränderlich. Aus ihnen gelangt die Luft in die pneumatischen Knochen, aus denen das bei den jungen Vögeln vorhandene Mark allmälig verschwunden ist. Pneumatisch sind namentlich die Schädelknochen und das Oberarmbein, weniger häufig das Ober-

schenkelbein, nie das Jochbein. Bei *Buceros* sind fast alle Knochen luftführend.

Stimm- und Athemorgane der Säugethiere verhalten sich im Wesentlichen wie beim Menschen. Von den Kehlkopfknorpeln sind die beim Menschen seltenen *cartilagines Wrisbergianae* ziemlich häufig. Dem Menschen fehlende Knorpel sind die auf dem hinteren Rande der Giesskannenknorpel einiger Säugethiere vorhandenen *cartilagines sesamoideae* und die unpaare *cartilago interarticularis* zwischen den Giesskannenknorpeln, über dem Ringknorpel.

Nur die ächten Cetaceen besitzen keine Stimmbänder; die oberen fehlen unter anderen vielen Wiederkäuern (Hirsch, Rind, Schaf, Ziege), wogegen bei diesen die unteren in elastische Platten verwandelt sind. Viele Säugethiere sind durch accessorische, die Stimme verstärkende Säcke am Kehlkopf ausgezeichnet, die theils zwischen Schild- und Ringknorpel, theils zwischen Schildknorpel und Kehldeckel vom Kehlkopf austreten. Letzteres ist z. B. der Fall mit den drei, durch eine Erweiterung der Morgagni'schen Ventrikel entstehenden Luftsäcken des Brüllaffen (*Mycetes*), deren mittlerer sich in eine Aushöhlung des Zungenbeinkörpers begiebt.

Die Länge der Luftröhre, wie die Zahl der in ihr enthaltenen, gewöhnlich nicht geschlossenen Knorpel, richtet sich im Allgemeinen nach dem Verhältniss des Halses. Nur *Bradypus tridactylus* hat eine gewundene Luftröhre. Die Knorpel ossificiren in der Regel nicht. Die gewöhnliche Asymmetrie der beiden Bronchien, indem die rechte kürzer, aber weiter als die linke ist, hängt von der Asymmetrie der Lungen ab. Wie beim Menschen ist die rechte gewöhnlich die grössere. Die

Zahl der Lungenlappen ist gewöhnlich grösser als beim Menschen. Die Bronchien vertheilen sich baumförmig; die feinsten Verzweigungen endigen wie beim Menschen, mit Bläschen.

Harn- und Geschlechtswerkzeuge[1]). Die Theile des Urogenitalsystems der Wirbelthiere, namentlich die Ausführungsgänge, stehen in engster Beziehung zu einander. Entwicklung und Morphologie der Harnorgane haben neuestens ein besonders Interesse erregt, weil darin Anknüpfungspunkte für die Stammesverwandschaft der Wirbelthiere und Anneliden gesehn werden. Die anfänglich indifferente Keimdrüse kann in Zwitterbildung übergehen, und daraus und aus der gleichmässigen Anlage des Ausführungsapparates für beide Geschlechter kann auf ursprünglichen Hermaphroditismus geschlossen werden.

Isolirt stehen einstweilen noch die Leptocardier und Cyclostomen.

Die Nieren des *Amphioxus* sind mehrere kleine in der Nähe des *porus abdominalis* befindliche Drüsen. Sie sowohl, wie die Nieren der Cyclostomen stehen ausser aller Verbindung mit dem Geschlechtsapparate. Unter den Cyclostomen verhalten sich die Myxinoiden einfacher als die Petromyzonten. Die Nieren der ersteren sind isolirte, von Kapseln umschlossene Gefässknäuel. Ein enger kurzer, von der Kapsel ausgehender Kanal geht in eine sackförmige, in den langen Harnleiter mündende Erweiterung über.

1) Balfour, On the origin and history of the Urogenital-Organs of Vertebrates. Journal of Anat. and Physiol. X. 1. 1875.
Semper, Das Urogenitalsystem der Plagiostomen. Würzburg, 1875

Bei den Leptocardiern und Cyclostomen werden Eier und Samen durch Dehiscenz frei; die Ausleerung geschieht bei *Amphioxus* durch den Mund, bei den Cyclostomen durch einen hinter dem After gelegenen *porus genitalis*. Dasselbe findet, jedenfalls in Folge einer Verkümmerung, bei den Aalen statt.

Für alle übrigen Wirbelthiere bilden die Selachier den Ausgangspunkt für die Vergleichung und das Verständniss. Das ganze Urogenitalsystem entwickelt sich aus einer dem mittleren Keimblatt angehörigen Zellmasse. Es entsteht zuerst jederseits ein Längsgang mit Oeffnung in die Leibeshöhle, der Urnierengang, und fast gleichzeitig eine Reihe von Quergängen (Semper's Segmentalorgane), Schläuche mit einer Tuben-Mündung in die Leibeshöhle. Sie bilden in ihrem mittleren Theile Knäuel, die Theile der Urniere oder der Wolfschen Körper, und münden mit dem andern, anfänglich blinden Ende in den Urnierengang. Letzterer hat sich in die Cloake geöffnet und zerfällt durch eine Längstheilung in den Wolfschen Gang, den Ausführungsgang der Niere, und den Müllerschen Gang. Dieser, vollständig nur beim Weibchen entwickelt, ist der Eileiter, der für sich in die Cloake führt.

Beim männlichen Selachier verkümmert der Müllersche Gang. Dem Hoden aber wachsen die offenen Enden der vorderen Paare jener Segmentalorgane an und verbinden ihn als *vasa efferentia* mit dem Harnleiter, der dadurch zugleich zum Samenleiter wird. Diess geschieht so. Die Urniere gliedert sich in zwei Abtheilungen; die vordere oder die Leydigsche Drüse wird zum Nebenhoden und eben ihr Ausführungsgang, der Leydigsche Gang ist Samenleiter, während der oder

die Ausführungsgänge des hinteren Abschnittes oder der eigentlichen Niere erst in das untere Ende des Leydigschen Ganges einmünden.

Bei den meisten Ganoiden scheint sich, wie bei den Selachiern, der Urnierengang in zwei Gänge zu theilen, und es dienen die zwei Müllerschen Gänge, am oberen Ende mit Abdominalöffnungen versehn, bei beiden Geschlechtern als Ausführungsröhren für die Geschlechtsproducte. Die Verbindung dieser Gänge mit den Harnleitern ist nach den Gattungen verschieden. Bei *Lepidosteus* sind die Ausführungsgänge beider Geschlechtsdrüsen in unmittelbarer Verbindung mit der Wandung dieser Drüsen, was auch bei den meisten Knochenfischen der Fall ist. Da allem Anscheine nach bei ihnen der Urnierengang ungetheilt bleibt, so lässt sich jener Ei-Samen-Leiter nicht einem der Ausführungsgänge der Plagiostomen (und der übrigen Wirbelthiere) homolog stellen.

Der Urnierengang der Amphibien verhält sich wie bei den Selachiern. Die Niere erscheint als eine zusammenhängende Masse mit sehr zahlreichen, bis 300 wimpernden Oeffnungen oder Segmentaltrichtern, wodurch die directe Vergleichung mit den Segmentalorganen der Anneliden sehr misslich wird. Die Trennung des Urnierenganges in den Müllerschen und den Leydig-Wolfschen Gang schreitet bei den Amphibien nicht so weit vor, als bei den Selachiern, so dass sie vor ihrer Einmündung in die Cloake vereinigt bleiben. Auch geschieht die Bildung der beiden definitiven Gänge nicht durch einfache Spaltung, sondern dadurch, dass die Nieren-Quergänge mehr und mehr nach hinten umbiegen und sich zu einem kurzen gemeinschaftlichen Harnleiter

vereinigen. Die Trennung der Gänge ist beim ♀ schärfer als beim ♂. Das Drüsenrudiment der Kopfniere, der vordersten Urnierenportion, verschwindet gewöhnlich, bleibt aber beim männlichen Salamander auf dem rudimentären, bei den Männchen aller Amphibien sichtbaren Müllerschen Gange zurück. Eine an die Verhältnisse der Selachier anschliessende Eigenthümlichkeit ist, dass die Ausführungsgänge der Hoden in die Niere gehn und von da durch deren Ausführungsgänge der Samen in die Harnleiter geführt wird.

Bei den Amnioten scheint der Müllersche Gang unabhängig vom Urnierengang zu entstehn. Es giebt eine Entwicklungsstufe, wo, wie bei den Anamnien, die Urnieren zugleich mit den später auftretenden definitiven Nieren bestehn. Bei den Weibchen werden die Müllerschen Gänge die Eileiter. Urniere und ihr Ausführungsgang atrophiren bei vielen Vögeln bis auf das Parovarium und Rudiment des Ausführungsganges. Auch wird bei den Männchen der Vögel der Müllersche Gang meist völlig atrophirt.

Der Urnierengang (Wolfsche Gang) wird zum Samengang und sein vorderer Theil bildet den Nebenhoden (*epididymis*).

Die bei allen Vögel sich findende kurze und muskulöse Abtheilung des linken Eileiters, in welchem die Kalkschalle sich bildet, kann man als Eihalter (*uterus*) bezeichnen; indessen zeichnet sich erst die Klasse der Säugethiere dadurch aus, dass bei ihnen ein eigener *canalis genitalis* als oberes Ende des gemeinschaftlichen *canalis s. sinus urogenitalis* sich abzweigt. Die obere Partie des *canalis genitalis* ist der die Tuben aufnehmende

Fruchthalter, die untere die Scheide, während der Scheidenvorhof der weiblichen Säugethiere der *canalis urogenitalis* ist.

Das Ueberbleibsel der Urnieren sind bei den weiblichen Säugethieren das Rosenmüller'sche Organ (Nebeneierstock), die Urnierengänge gehn aber bei den weiblichen gewöhnlich ganz verloren, und nur bei den Wiederkäuern, Einhufern und Schweinen bleiben Rudimente als die Gartner'schen Kanäle.

Bei den männlichen Säugethieren werden die Urnierengänge ebenfalls zu den Samenleitern und es persistirt der obere Theil der Urnieren als Nebenhode. Aber auch die Müller'schen Gänge sind noch bei dem geschlechtsreifen Thiere nachweisbar. Bei vielen Säugethieren, Nagern und beim Menschen öffnet sich zwischen den in die Harnröhre eintretenden Harnleitern ein kleiner Schlauch (*utriculus prostaticus, uterus masculinus*), welcher sammt den seitlich aus ihm hervortretenden rudimentären Gängen aus den Müller'schen Gängen stammt.

Die Ausbildnng der Begattungsorgane hält ungefähr gleichen Schritt mit der allmäligen Differenzirung der Cloake und des *sinus urogenitalis*. Sie sind daher in unvollkommener Weise zu finden bei den Reptilien. Hier haben die Eidechsen und Schlangen eine doppelte, der Hinterwand der Cloake angehörige Ruthe. Diese liegt einfach an der Vorderwand des Cloakenrohres bei den Schildkröten und Crokodilen, versehen mit einer den Samen leitende Rinne. Aehnlich verhält sich die Ruthe derjenigen Vögel, welche überhaupt eine solche besitzen (Strausse, Enten, Gänse). Weiter

ausgebildet ist bei allen diesen Thieren die der Anlage nach mit der männlichen Ruthe übereinstimmende *clitoris*.

Erst bei den Säugethieren (mit Ausnahme der *Monotremata*) kommt es zu mehr oder minder (Nager) vollständiger Trennung des anfänglichen Cloakenraumes, und in der Modificirung des *sinus urogenitalis* bleiben die weiblichen auf einem niedrigeren Zustande stehn.

---

Druck von A. Neuenhahn in Jena.

